

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université IBN KHALDOUN, Tiaret

Faculté de Science de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de Magister en

« Ecotoxicologie »

Thème

*Intérêt des Odonates dans la biosurveillance de quelques
biotopes dans la région de Tiaret.*

Présenté par :

SENOUCI Hayet

Soutenu le : / / 2013, devant le jury composé de :

Président :	M. MAATOUG M'hamed	Professeur	Université IBN KHALDOUNE
Encadreur :	M. BOUNACEUR Farid	MC A	Université IBN KHALDOUNE
Examineur	Mme. REZZOUG Wafaa	MC A	Université IBN KHALDOUNE
Examineur	Mme. BISSAD Fatima Z	MC A	Université de Boumerdes

Année universitaire: 2012 – 2013

Remerciement

A l'issue de mon mémoire de magistère je tiens à remercier mon encadreur M BOUNACEUR F pour l'orientation, la confiance et la patience qui ont constitué un apport sans lequel ce travail n'aurait jamais pu être mené au bon port.

Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Je remercie vivement M MAATOUG M d'avoir accepté de présider ce jury.

Je remercie Mme REZZOUG W Mme BISSAD F Z d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie profondément M SAMRAOUI B pour son aide dans l'identification des odonates ainsi que pour ces conseils.

Je remercie tout le groupe de travail de la STEP de Tiaret ainsi que les membres du laboratoire.

Dédicace

A mon mari Hamza source de mon inspiration, pour son soutien, son encouragement et sa présence dans les moments les plus durs.

A mes parents

Vous vous êtes dépensé pour moi sans compter.

En reconnaissance de tous les sacrifices pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.

Vous êtes l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mes beaux parents dont la disponibilité, le savoir faire et le soutien ne m'ont jamais fait défaut.

A mes chères sœurs Fatima et Wafaa et mon frère Houcine

A mes beaux frères Abbas et Mohamed

A mon oncle Mohamed, et à tous mes cousins et cousines

A mes collègues d'étude de magistère d'écotoxicologie et de l'école doctorale de biodiversité et tous ceux de la faculté des sciences de la nature et la vie.

A toute personne qui contribue de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.

Ce travail est le fruit de vos sacrifices

Je dédie ce travail

Résumé :

11 stations étaient échantillonnées dont le but d'améliorer nos connaissances sur un ordre d'insecte connu par sa sensibilité à la pollution et son indication sur l'état des écosystèmes aquatiques. Cette étude a été réalisée par un monitoring systématique au cours de l'année 2013 au niveau de quelques stations dans le système hydrographique de la wilaya de Tiaret.

L'échantillonnage des odonates bien que préliminaire a permis l'identification de 7 familles représentées par 11 espèces dont 8 Zygoptères et 3 Anisoptères. Les résultats de l'analyse des eaux prélevées sur les mêmes stations montrent que l'abondance des odonates est influencée par quelques paramètres, et qu'un simple échantillonnage des odonates sur un milieu, nous donne des informations approximatives sur sa qualité.

Mots clés : Odonates, Biosurveillance, Tiaret, Biotopes humides.

Summary:

11 stations were sampled with the aim of improving our knowledge on insect order known for its sensitivity to pollution and its indication of the status of aquatic ecosystems. This study was conducted by a systematic monitoring the course of the year 2013 at a few stations in the drainage system of the province of Tiaret.

Sampling Odonata although preliminary allowed the identification of seven families represented by 11 species including 8 Zygoptera and 3 Anisoptera. The results of the analysis of water taken from the same stations show that the abundance of dragonflies is influenced by several parameters, and a simple sampling of Odonata on a medium, gives approximate information on its quality.

Keywords: Odonata, Biomonitoring, Tiaret, wet biotopes.

ملخص

تمت دراسة 11 موقع بهدف تحسين معلوماتنا عن معشر الرعاشات المعروفة بحساسيتها ضد التلوث وإعطاءها معلومات عن حالة الأنظمة البيئية المائية. تمت هذه الدراسة على أساس المراقبة المنتظمة خلال سنة 2013 لتشمل بعض المواقع في النظام الهيدرولوجي لولاية تيارت.

على الرغم من أن المعطيات كانت أولية إلا أنها أدت إلى تسجيل وجود 4 فصائل ممثلة بإحدى عشرة نوعا تنتمي ثمانية منها إلى صنف الرعاشات الكبيرة بينما تنتمي الثلاث أنواع المتبقية إلى رتبة الرعاشات الكبيرة أو اليعسوب. وقد بينت نتائج تحاليل أجريت على عينات مياه أخذت من نفس محيط الرعاشات تأثير الطبيعة الكيميائية و الفيزيائية لهذه المياه على وفرة هذا أنواع هذا المعشر من الحشرات و أن معاينة هذه الحشرات قد تعطي معلومات تقريبية عن حالة المحيط الذي تعيش فيه.

الكلمات المفتاحية: الرعاشات. المراقبة البيولوجية. تيارت. الاراضى الرطبة

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
1 Synthèse bibliographique.....	3
1.1 Généralités sur les odonates	3
1.1.1 Introduction.....	3
1.1.2 Définition	3
1.1.3 Historique.....	3
1.1.4 Dispersion des libellules dans le monde	4
1.1.5 Systématique	5
1.1.6 Morphologie.....	7
1.1.7 Critères de différenciation.....	10
1.1.8 Rôle de coloration des odonates	11
1.1.9 Cycle de développement	11
1.1.10 Le phénomène de la parthénogénèse.....	15
1.1.11 Régime alimentaire	15
1.1.12 Prédateurs naturels	16
1.1.13 Maladies et parasitismes	16
1.1.14 Menace sur les odonates :	17
1.1.15 Habitat	17
1.1.16 Dispersion migration et invasion	18
1.1.17 Intérêt des odonates.....	20
1.2 Odonates et Biosurveillance	22
1.2.1 Introduction.....	22
1.2.2 Sensibilité des odonates aux conditions environnementales	23
1.2.3 Menace anthropiques et écologiques	24
1.2.4 Habitats odonatologique	26
1.2.5 Intérêt odonatologique des sites.....	27
1.2.6 Indice biologique global normalisé (IBGN)	29
1.2.7 Les larves d'odonate indicateur de pollution des eaux	31
1.2.8 IQM et Odonate pour évaluer les conditions écologiques et morphologiques des rivières.	31

1.2.9	Vulnérabilité d'une espèce d'odonate.....	32
1.3	Odonates du bassin méditerranéen	33
1.3.1	Introduction :.....	33
1.3.2	Diversité et endémisme des familles de libellules du bassin méditerranéen 33	
1.3.3	Les zones humides de la Méditerranée	35
1.3.4	Base de données et atlas de répartition des libellules méditerranées :.....	36
1.3.5	Statut de conservation	37
1.3.6	Diversité odonatologique du bassin méditerranéen	43
1.3.7	Principale menace	45
1.3.8	Odonate d'Algérie.....	46
1.4	Ressources hydriques de la wilaya de Tiaret.....	53
1.4.1	Introduction.....	53
1.4.2	Réseau hydrographique.....	53
1.4.3	Ressources souterraine.....	54
1.4.4	Eau superficielles	55
1.4.5	Réutilisation des eaux usées.....	58
1.4.6	Eaux de dessalement	59
2	Etude expérimentale.....	60
2.1	Présentation de la zone d'étude	60
2.1.1	Cadre physique.....	60
2.1.2	Cadre géologique	61
2.1.3	Cadre climatique	62
2.1.4	Choix des sites d'échantillonnages	66
2.1.5	Sites d'échantillonnage	66
2.2	Méthodologie adoptée	73
2.2.1	Choix des odonates modèle	73
2.2.2	Matériels	74
2.2.3	Protocole expérimental	75
2.2.4	Protocole d'échantillonnage.....	76
2.2.5	Limite de la démarche.....	78
2.2.6	Analyse physico-chimique.....	79
2.3	Résultats et discussion	83
2.3.1	Analyse de la diversité odonataufaute des 11 stations étudiées.....	83

2.3.2	Distribution spatio-temporelle et diversité spécifique des espèces capturées	99
2.3.3	Indices de diversité Shannon Weaver (H), diversité maximale (H_{max}), d'équitabilité (E) et indice de similarité de Jaccard	102
2.3.4	Analyse statistique des données odonatologique	103
2.3.5	Analyse écotoxicologique des résultats	105
	Conclusion	117
3	Conclusion	117
4	Bibliographie.....	119
5	Annexe 01 : présentation des espèces identifiées dans la wilaya de Tiaret	131
6	Annexe 02 : Fiche technique.....	133
7	Annexe 03 Présentation globale des résultats d'échantillonnage des Odonates dans les 11 stations étudiées	Erreur ! Signet non défini.
8	Annexe 04 Résultat global de l'échantillonnage des odonates dans les stations étudiées	Erreur ! Signet non défini.
9	Annexe 05	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures

Figure 01: Différenciation entre Zygoptères et Anisoptères	6
Figure 02 : Morphologie d'un odonate.	7
Figure 03 : Schéma descriptif présente les traits majeurs de différenciation entre la tête d'un Zygoptères et d'un Anisoptère.....	8
Figure 04 : Cycle de développement d'un odonate.....	15
Figure 05 : Aperçu des pays et localités des données représentés dans l'atlas de répartition des libellules du bassin méditerranéen et du nord de l'Afrique... ..	37
Figure 06: Résumé du statut de conservation des espèces de libellules endémiques du bassin méditerranéen.....	38
Figure 07 : <i>Ceriagrion glabrum</i> espèce Eteinte au niveau régional (Egypte).....	39
Figure 08 : Le sympétrum à corps déprimé, <i>Sympetrum depressiusculum</i>	40
Figure 09 : L'Agriion orné (<i>Coenagrion ornatum</i>) est une espèce Quasi menacée en raison de la destruction de son habitat.....	41
Figure 10 : <i>Sympetrum pedemontanum</i> (Préoccupation mineure).....	42
Figure 11 : Répartition géographique des zones de diversité des libellules dans le bassin méditerranéen.....	44
Figure 12 : Répartition géographique des zones de diversité endémique dans le bassin méditerranéen.....	44
Figure 13 : Répartition géographique des zones de diversité menacée dans le bassin méditerranéen.....	45
Figure 14 : Principales menaces auxquelles sont exposées, à l'heure actuelle, les libellules du bassin méditerranéen.....	46
Figure 15 : Présentation des principaux Oueds et Barrages de la Wilaya de Tiaret.....	54
Figure 16 : Situation des nappes qui subdivisent la wilaya en sept zones.....	55
Figure 17 : Localisation de la wilaya de Tiaret.....	61
Figure 18 : Evolution des températures au cours de l'année 2012.....	63
Figure 19: pluviométrie moyenne mensuelle de la wilaya de Tiaret enregistrée pour l'année 2012.....	64
Figure 20: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tiaret selon les données climatiques collectées durant de l'année 2012.....	66
Figure 21 : Station 01 Sebaïne I.....	67
Figure 22 : Station de Sebaïne II.....	68
Figure 23 : La station de Dahmouni I.....	68
Figure 24: La station de Dahmouni II.....	68
Figure 25: Station de Tousnina.....	69
Figure 26: Station de Sidi Ouadah.....	69
Figure 27: La première station de Sidi Hosni.....	69
Figure 28 : La deuxième station de Sidi Hosni.....	70
Figure 29: Station de Oued Lili.....	70
Figure 30: La station de Machraa sfa.....	70
Figure 31 : Station de barrage Ras Alaïne.....	71
Figure 32 : La localisation des stations étudiées	77
Figure 33 : Piégeage des odonates par l'utilisation du filet fauchoire.....	77
Figure 34 : Distribution spatio-temporelle de <i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	84

Figure 35: Distribution spatiotemporelle de <i>Coenagrion mercuriale</i>	86
Figure 36: Distribution spatiotemporelle de <i>Coenagrion caerulescens</i>	87
Figure 37: Distribution spatiotemporelle d' <i>Erythromma lindenii</i>	88
Figure 38: Distribution spatiotemporelle d' <i>Ischnura graellsii</i>	89
Figure 39: Distribution spatiotemporelle d' <i>Ischnura pomulio</i>	90
Figure 40 : Distribution spatiotemporelle du <i>Sympetma fusca</i>	92
Figure 41: Distribution spatiotemporelle de <i>Platycnemis subdilatata</i>	93
Figure 42: Distribution spatiotemporelle de l' <i>Anax impérior</i>	94
Figure 43 : Distribution spatiotemporelle de <i>Gomphus lucasii</i>	95
Figure 44 : Distribution spatiotemporelle de <i>Sympetrum meridionale</i>	96
Figure 45: Abondance de chaque espèce par rapport a l'abondance total des odonates.	99
Figure 46: Distribution des espèces d'odonates inventoriées par station.....	100
Figure 47: Distribution temporelle des espèces d'odonate sur les trois mois Avril-Mai-Juin (période d'échantillonnage).....	101
Figure 48: Présentation AFC de la distribution temporelle des espèces d'odonates.....	103
Figure 49: Présentation AFC de la distribution des espèces d'odonate selon les stations étudiées.....	104
Figure 50 : Corrélation linéaire entre température T° et abondance des odonates.....	106
Figure 51: Corrélation linéaire entre pH et abondance des odonates.....	108
Figure 52 : Corrélation linéaire entre oxydo-réduction et abondance totale des odonates.....	109
Figure 53: Corrélation linéaire entre résistivité et abondance des odonates.....	110
Figure 54: Corrélation linéaire entre valeurs de TDS et abondance des odonates.....	111
Figure 55: Corrélation linéaire entre salinité et abondance des odonates.....	112
Figure56: Corrélation linéaire entre valeurs d'oxygène dissous et abondance des odonates.....	113
Figure 57: Corrélation linéaire entre valeurs de DBO et abondance des odonates.....	114
Figure 58: Corrélation linéaire entre conductivité et abondance des odonates.....	115

Liste des tableaux

Tableau 01 : Différents types d'habitats des Odonates.....	26
Tableau 02 : Echelle de l'IQG.....	28

Tableau 03 : Valeurs des IBGN selon la nature et la variabilité taxonomique des invertébrés aquatiques.....	30
Tableau 04 : Nombre total des espèces et espèces endémique des odonates dans le bassin méditerranéen.....	35
Tableau05 : Résumé du statut de conservation de toutes les espèces de libellules du bassin méditerranéen.....	38
Tableau 06 : Barrages de la wilaya de Tiaret.....	56
Tableau 07 : Retenue réalisés à 100%	57
Tableau 08 : Retenue en cour de réalisation.....	58
Tableau 09: Retenue étudiées et identifiés.....	58
Tableau 10 : Températures moyennes en C° correspond aux dix ans précédents.....	63
Tableau 11: Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la wilaya de Tiaret durant la période.....	65
Tableau 12: Présentation des stations échantillonnées.....	67
Tableau 13 : Vitesse d'écoulement d'eau dans les 11 Stations étudiées.....	72
Tableau 14: Conditions météorologiques favorables pour la présence des odonates.....	14
Tableau 15: Indice de diversité Shannon Weaver (H), indice de diversité maximale H_{max} et l'indice d'Equitabilité (E).....	102
Tableau 16: Matrice de similitude présente les indices de similarités entre les 11 stations étudiées.....	102
Tableau 17 : corrélation entre paramètres physico-chimique et richesse spécifique des odonates.....	106
Tableau 18 : corrélation entre paramètres physico-chimique et abondance totale des odonates.....	106
Tableau 19: Analyse de la variance entre température T° et abondance des odonates.....	107
Tableau 20: Analyse de la variance entre pH et abondance des odonates.....	108
Tableau 21: Analyse de la variance entre oxydoréduction et abondance des odonates.....	109
Tableau 22: Analyse de la variance entre Résistivité et abondance des odonates.....	111
Tableau 23: Analyse de la variance entre TDS et abondance des odonates.....	111
Tableau 24: Analyse de la variance entre salinité et abondance des odonates.....	112
Tableau 25: Analyse de la variance entre oxygène dissous et abondance des odonates.....	113
Tableau 26: Analyse de la variance entre DBO et abondance des odonates.....	114
Tableau 27: Analyse de la variance entre conductivité et abondance des odonates.....	115

Liste des abréviations

IQG: Indice Global de Qualification.

IBGN: Indice Biologique Global Normalisé.

IQM: Indice de Qualité Morphologique.

DCE: Directive Cadre pour l'Eau.
RGPHD: Recensement Général de la Population et de l'Habitats.
DRH: Direction des Ressources Hydriques.
STEP: Station d'épuration.
URBATIA: Urbanisme de Tiaret.
SFO: Société Française d'Odonatologie.
PNDA: Plan National de Développement Agricole.
PAW: Plan d'Aménagement de la Wilaya.
ONA : L'Office National d'Assainissement.
OMS : Organisation Mondial de la santé.
FRAPNA :
GPS: Global Position System.
TDS: Total Dissolved Solids.
DBO: Demande Biochimique en Oxygène.
AFC: Analyse Factoriel des Composantes
Anova : Analyse de la variance.
UICN : Union international pour la conservation de la nature.
PIMP : Patrimoine Naturel du Marais Poitevin
Km : Kilomètre
m : mètre
cm : centimètre
mg : milligramme
g : gramme
L : Litre
V : Volte
S : siemens
 Ω : ohm
°C : degré Celsius

Introduction

Introduction

Formant un des plus anciens groupes d'insectes, les libellules, ou odonates, sont apparues à l'ère des dinosaures, bien que morphologiquement assez semblables, ils ont développé des écologies très diverses leur permettant de coloniser la quasi-totalité des terres émergées de la planète (Precigout, et al., 2009). Par rapport à d'autres groupes faunistiques, les Odonates (libellules, demoiselles) forment un ensemble assez homogène quant à leur morphologie leur cycle de développement et leur écologie générale. Le caractère le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où vivent les adultes. Ce changement de mode de vie implique d'importantes transformations physiologiques (changement du mode respiratoire, mise en fonction des organes reproducteurs) mais aussi morphologiques (déploiement des ailes) et bien évidemment comportementales (changement des modes de chasse, développement des comportements reproducteurs) (Cotrel, et Roullier., 2007). Les odonates participent à la gestion de leurs habitats larvaires et imaginaires en tant que témoins biologiques ou climatologique en fonction de dynamique de leurs populations, de la phénologie et de la richesse spécifique des milieux. Ainsi l'étude des odonates, groupe d'animaux bio-descripteurs, permet donc de mieux appréhender la caractérisation, la santé et la richesse de nos milieux aquatiques. De plus l'aspect patrimonial des odonates est essentiel pour guider le gestionnaire au niveau de la valorisation des milieux dont il a la charge (Cotrel, et Roullier., 2007).

Les odonates font partie des espèces les plus menacées de notre faune. Très exigeantes quant à la qualité de leurs milieux de reproduction, elles se développent généralement sur des habitats très spécifiques. La disparition progressive des libellules sur un site traduit la dégradation du milieu dans lequel elles se développent. Elles constituent donc d'excellents indicateurs biologiques pour la conservation des zones humides (Martin, et al., 2003). La pollution de l'eau constitue également une menace d'envergure pour la majorité des espèces d'odonates (Riservato, et al., 2009) ce qui nécessite le lancement d'un projet de suivie de ces insectes dans leurs environnement.

Le suivi des espèces et leurs habitats constitue un sujet très important qui attirent l'intention de plusieurs chercheurs, concernant les insectes Dupond (2001) synthétise différentes démarches dans le cadre de la mise en place d'observatoires entomologiques. Dans

ce cadre, cet auteur précise que la mise en place, d'un suivi permanent des espèces, est un outil indispensable pour assurer leur conservation. La région méditerranéenne est un point chaud de biodiversité et un refuge d'espèces endémiques. Elle recèle, entre autres, de nombreuses espèces de libellules. Certaines espèces bénéficient déjà d'un certain nombre de mesures de conservation grâce aux réglementations internationales. Cependant, d'autres espèces ne font pas encore l'objet de plans de conservation et risquent de disparaître.

L'objectif principal de notre étude consiste à évaluer l'intérêt des odonates dans la Biosurveillance de quelques biotopes humides dans la wilaya de Tiaret en fonction des paramètres physico-chimiques des eaux occupantes de ces habitats. Le mémoire s'articule au tour de trois parties distinctes:

Une première partie bibliographique avec 04 chapitres ; présentant des généralités sur les odonates, ainsi que leur intérêt dans la Biosurveillance, suivi par un aperçu sur les odonates du bassin méditerranéen et une présentation du réseau hydrographique de la wilaya de Tiaret

Quant à la deuxième partie consacrée essentiellement à l'étude expérimentale qui comprend 03 chapitres en premier lieu nous présentons la zone d'étude, la méthodologie adoptée est décrite après, les résultats suivi par les discussions relatives sont exposés, et en fin nous terminons par une conclusion et perspectives aux quels nous avons aboutis.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les odonates

1 Synthèse bibliographique

1.1 Généralités sur les odonates

1.1.1 Introduction

Odonates terme scientifique qui désigne les insectes que l'on appelle communément les libellules. Ces insectes colorés ont de tout temps fasciné l'imaginaire collectif. Autrefois diabolisés, ils sont aujourd'hui appréciés du public pour leur beauté et leur élégance (Ternois, et *al.*, 2005).

Les Odonates - ou Libellules - se distinguent des autres insectes non seulement par leur morphologie caractéristique tant chez l'adulte que chez la larve, mais surtout par des particularités structurales qui leur sont propres et qui sont, pour l'essentiel : l'existence chez le mâle de pièces génitales (genitalia) accessoires tout à fait à l'écart des voies génitales, et l'existence chez la larve d'un labium articulé : le masque, qui recouvre les autres pièces buccales (Testard, 1981).

1.1.2 Définition

Bien qu'il soit courant de parler de « libellule » ou de « demoiselles », il est plus correct de les appeler les « odonate », véritable terminologie pour décrire cet ordre d'insectes. Ce terme fait référence aux mâchoires dentées des individus alors que les libellules, dérivé des mots latin « libellula » et « libellus », signifiant petit livre, rappelle la position des ailes tenues fermées comme les pages d'un livre (Ternois, et *al.*, 2005).

1.1.3 Historique

Au Moyen-âge, les libellules étaient considérées comme des esprits diaboliques. D'ailleurs, la traduction anglaise de cet ordre (Dragonfly) veut dire « dragon volant ». Aujourd'hui, même si les mentalités ont changé, on pense toujours que les libellules mordent et qu'elles sont capables de crever les yeux (Martin, et *al.*, 2003).

Les libellules sont des insectes présents sur Terre depuis très longtemps. Les ancêtres des odonates, les « Meganisoptères », (des libellules fossiles) vivaient au Carbonifère (300 million d'année) (Ndiaye, 2010). Leur taille était importante avec une envergure de plus de 70 cm (Martin, et *al.*, 2003). Pour comparaison, Le plus grand odonate actuellement connu est

Megaloprepus coerulatus, de 12 cm de long 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. 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 (Precigout, et *al.*, 2009).

Les premiers fossiles de véritables odonates ont été trouvés dans des couches du Permien moyen, il y a 260 millions d'années. Il s'agissait de zygoptères très proches de nos espèces actuelles. A partir du Trias apparaissent les premiers anisoptères, mais les plus anciens fossiles d'aeschnes et les gomphidés ne datent que du Jurassique ancien (Silsby, 2001).

Les libellules résistent à l'extinction massive de la fin du Crétacé, qui marque la disparition des dinosaures. Elles poursuivent leur évolution et se maintiennent jusqu'à nos jours sous la forme d'insectes ayant finalement très peu évolué morphologiquement depuis les premiers âges (Precigout, et *al.*, 2009).

1.1.4 Dispersion des libellules dans le monde

Existant avant la dérive des continents, capables d'effectuer de grands déplacements pour coloniser de nouveaux milieux, les libellules sont présentes dans la quasi-totalité des terres émergées non gelées de la planète. Environ 6 000 espèces de libellules ont été décrites à ce jour (Schorr, et *al.*, 2009). La répartition de ces espèces n'est pas homogène à l'échelle planétaire. La plus grande diversité spécifique se trouve dans les régions tropicales n'ayant jamais subi l'influence des glaciations. En Europe, une succession de périodes glaciales impliquant une série de processus de disparitions et de recolonisations a fortement limité la diversité spécifique. A chaque période froide, les odonates ont dû refluer dans le sud du continent, se retrouvant coincés dans de petits espaces des péninsules ibérique, italienne et balkanique, où les espèces les plus sensibles n'ont pas pu se maintenir.

En Amérique du Nord, les libellules ont pu échapper au froid en régressant vers le sud. La faune nord-américaine, composée de 433 espèces, est donc beaucoup plus riche que la faune européenne (135 espèces). (Pilon et Lagace., 1998).

Certaines régions isolées abritent des odonatofaunes parfois très riches. L'Australie héberge à elle seule 324 espèces dont beaucoup d'endémiques (Theischinger et Hawking.,

2006). L'inventaire préliminaire de Madagascar a déjà révélé la présence d'au moins 175 espèces, dont près de 75 % d'endémiques (Dijkstra, 2007). Les régions les plus riches sont malheureusement les moins bien connues, l'Afrique tropicale, l'Amazonie, l'Asie du Sud- Est ne font l'objet que d'inventaires récents et des dizaines de nouvelles espèces y sont découvertes annuellement. L'inventaire de l'Inde a déjà révélé la présence de plus de 500 espèces (Subramanian, 2005), celui du Venezuela 453 espèces (De Marmels, 1996).

1.1.5 Systématique

Pour mieux comprendre le monde du vivant, les scientifiques classent les organismes vivants dans un système de groupes hiérarchisés divisé en règnes, embranchements, classes et ordres. L'ordre des odonates (odonata) vulgairement appelées libellules, se rencontre dans toutes les parties du monde, dès qu'il y a de l'eau non salée (Martin, et *al.*, 2003), rassemble l'intégralité des espèces de libellules au sens large, fait partie du règne animal (Animalia), de l'embranchement des arthropodes (Arthropoda) et de la classe des insectes (Hexapoda).

L'Ordre comprend environ 6 000 espèces décrites à travers le monde. Ces espèces se répartissent entre trois sous-ordres : les **Zygotères**, les **Anisozygotères** et les **Anisoptères**. Seuls les Zygotères et les Anisoptères ont des représentants africains avec environ 700 espèces connues (Ndiaye, 2010).

1.1.5.1 Zygotères

Les Zygotères sont souvent de petite taille et de forme gracile d'où leur nom de Demoiselles. Les yeux sont nettement séparés et rejetés aux extrémités latérales de la tête. L'abdomen est toujours mince et parfois long. Les ailes antérieures et postérieures de forme identique. (Jourde, 2005) au repos, elles sont accolées en verticalement au dessus du corps. Ils ont un vol lent et de faible puissance (Ndiaye, 2010).

Les larves présentent des lames branchiales foliacées à l'extrémité de l'abdomen (Jourde, 2005).

1.1.5.2 Anisoptères

Les Anisoptères ou Libellules regroupent des Odonates de taille moyenne à grande. La tête sphéroïde porte des yeux globuleux et massifs. L'abdomen allongé est souvent élargi. Ils

ont un vol puissant et rapide dans la majorité des cas. Au repos, les ailes restent étalées à l'horizontale (Ndiaye, 2010).

Les larves présentent une simple pyramide anale, formée par de courts appendices dessinant une sorte de triangle plus ou moins obtus à l'apex de l'abdomen (Jourde, 2005).

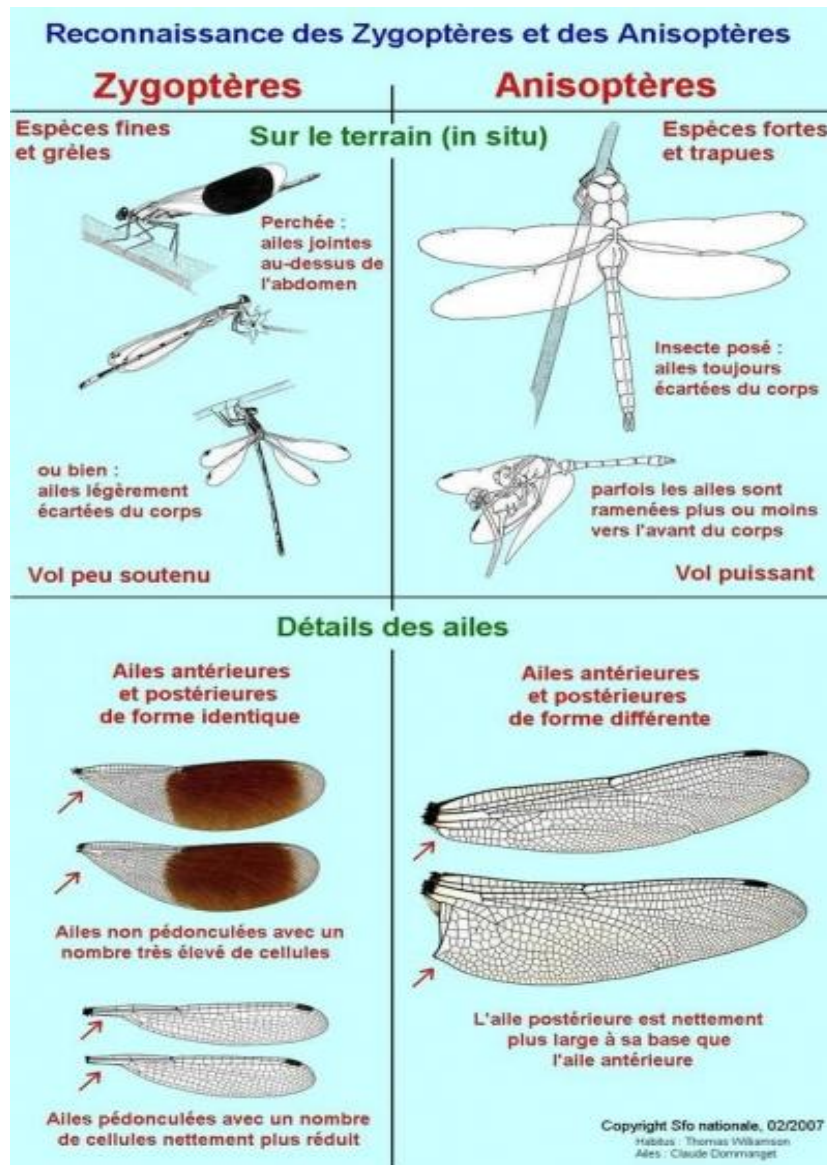


Figure 01: Différenciation entre Zygoptères et Anisoptères

1.1.6 Morphologie

Comme tous les insectes, les odonates possèdent 3 paires de pattes. Le corps est constitué de trois parties différentes : la tête, le thorax et l'abdomen (Martin, et al., 2003).

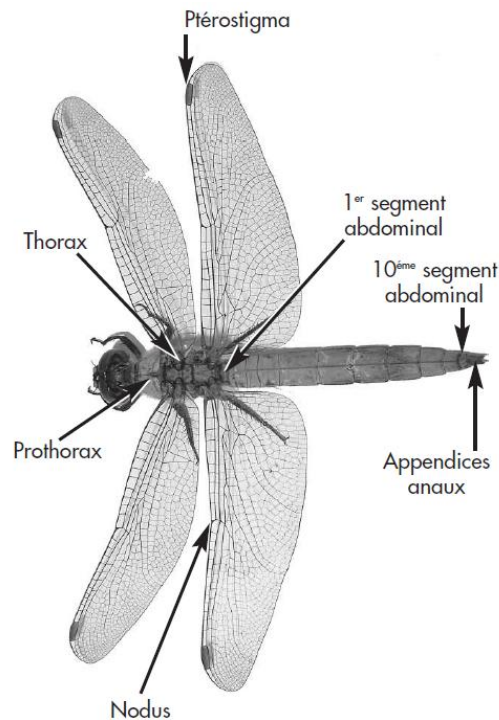


Figure 02 : Morphologie d'un odonate (Jourde, 2005)

1.1.6.1 La tête

Toujours plus large que le thorax (Ndiaye, 2010), la tête est munie de deux grands yeux, chacun constitué de plus de 10000 œil simple (facettes) disposé en nid d'abeille. Elle est capable de pivoter complètement autour de son axe, ce qui lui assure une vision panoramique totale.

Les libellules sont capables de voir dans toutes les directions et de repérer des proies à plus de 40 mètres. Elles possèdent également une paire de mandibules puissantes qui permettent de mordre et de découper leurs proies (Martin, et al., 2003).

En plus des yeux composés, les Odonates possèdent trois ocelles disposés en triangle sur le front. (Ndiaye, 2010) .

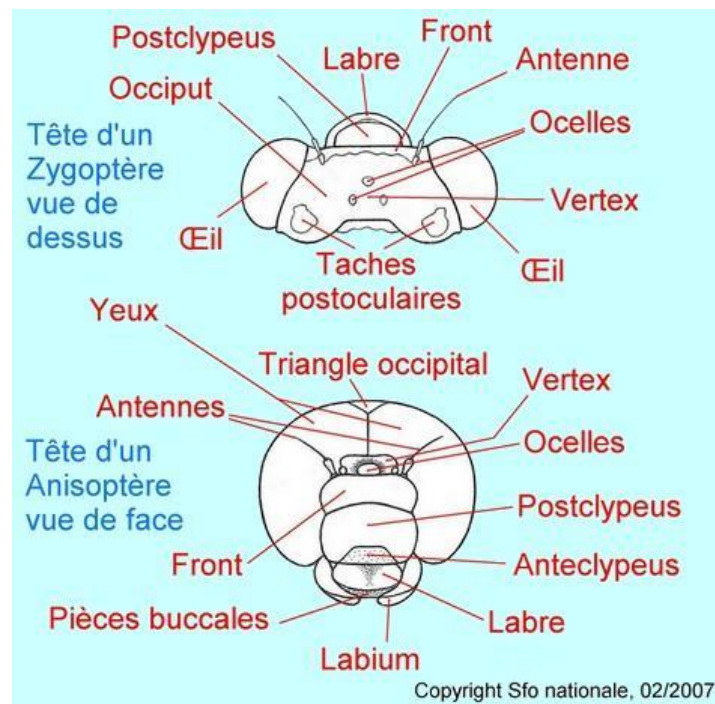


Figure 03 : Schéma descriptif présente les traits majeurs de différenciation entre la tête d'un Zygoptères et d'un Anisoptère. (SFO, 2007)

1.1.6.2 L'abdomen

Habituellement, l'abdomen est cylindrique mais peut être parfois très aplati, Il est constitué de 10 segments (Martin, et *al.*, 2003) de longueurs inégales (Testard, 1981). Les derniers segments peuvent être de plus grand diamètre (Corduliidae) présentent un développement d'expansions foliacées latérales (certains Gomphidae), plus nettement triquétral (trois angles) chez les Libellulidae ; ils sont d'une grande flexibilité qui permet l'accouplement. La différenciation des sexes se fait plus nettement au niveau de l'abdomen. (Ndiaye, 2010)

1.1.6.3 Les pattes

Les pattes ne servent pas à marcher mais à s'accrocher sur les supports et à capturer les proies. Ces pattes sont munies de nombreuses épines qui facilitent leur saisie (Martin, et *al.*, 2003).

La structure des pattes d'odonates répond au schéma classique des pattes d'Insectes. Elles sont courtes, garnies d'épines et toutes dirigées vers l'avant. Aucune ne présente de dispositif répondant à une fonction spécialisée (Testard, 1981).

1.1.6.4 Les pièces copulatrices

Chez le mâle, le second segment abdominal porte les pièces copulatrices. L'appareil situé à l'extrémité de l'abdomen, appelé «cercoïdes», permet de saisir la femelle par la tête lors de l'accouplement. Pour la femelle, les organes génitaux sont situés sous les deux derniers segments de l'abdomen. Ceux-ci sont constitués d'un appareil de ponte : «l'ovipositeur», qui permet l'insertion des œufs dans les végétaux (Martin, et *al.*, 2003).

1.1.6.5 L'appareil génitale

Les Odonates se distinguent en ce que le mâle possède un appareil génital secondaire, à fonction copulatrice et inséminatrice dont la structure est totalement différente des structures génitales des autres Insectes. Les orifices génitaux s'ouvrent sur le 9^{ème} segment chez les mâles et à la jonction des segments 8 et 9 chez les femelles. Chez le mâle, le pore génital est protégé par une paire de plaques sclérifiées – ou gonapophyses – de taille réduite et homologues des valves de l'ovipositeur femelle. Chez la femelle, lorsque l'ovipositeur est complètement développé, il comporte trois paires de pièces allongées et arquées destinées à l'insertion des œufs dans des substrats solides, végétaux et éventuellement sédiments. Il ne subsiste chez certaines familles que des vestiges d'organe de ponte : paires de valvules ou simple écaille hémicirculaire ou bifide. Les groupes dépourvus d'organes perforants déposent leurs œufs à la surface de l'eau. Chez le mâle, la structure péniale typique des Insectes fait défaut. Les genitalia secondaires forment un ensemble complexe et variable, utilisé à la fois pour le stockage des spermatophores, la rétention de la femelle et l'insémination. Ils sont insérés sur le deuxième sternite autour d'une fosse génitale et comportent : un pénis triarticulé dont le segment terminal porte des expansions ou processus de formes complexes et variables, une lame antérieure et deux paires de crochets latéraux ou hamuli, diversement développés selon les familles ; seuls les hamuli postérieurs sont présents chez tous, les Odonates ; chez les Libellulidae, ils offrent une très grande variabilité de formes de valeur systématique .

Enfin, des formations annexes ont valeur de caractère sexuel secondaire chez les mâles d'heshnidés et de Corduliidés ; il s'agit des auricules, excroissances latérales placées sur le

deuxième segment abdominal et dont la forme est supposée rappeler celle d'une oreille (Testard, 1981).

1.1.6.6 Le thorax

Le thorax est la partie située entre la tête et l'abdomen. C'est à ce niveau que sont fixées les ailes et les pattes. Chacune des parties formant le thorax supporte une paire de pattes (Martin, et *al.*, 2003). Le thorax des Odonates se subdivise en deux parties inégales : prothorax (1er segment situé à l'avant) suivi d'un volumineux synthorax résultant de la fusion du mésothorax et du métathorax (Ndiaye, 2010).

1.1.6.7 Les ailes

Les libellules possèdent 4 ailes. Celles-ci sont toutes de la même forme chez les Zygoptères alors qu'elles sont inégales pour les Anisoptères. En règle générale, les ailes sont translucides mais pour certaines espèces, les ailes sont fumées ou portent des tâches jaunes ou brunes. Chaque aile possède également une cellule colorée que l'on appelle «ptéostygma» (Martin, et *al.*, 2003).

Les deux paires d'ailes sont toujours fonctionnelles ; elles sont de longueur égale mais peuvent être de formes différentes. Une bonne connaissance de l'organisation de la nervation alaire est indispensable pour la détermination des adultes jusqu'au niveau du genre dans un grand nombre de cas, plusieurs systèmes de codification sont encore utilisés pour décrire cette nervation.

Les nervures sont de deux types : les nervures principales à orientation longitudinale ou oblique, ramifiées ou non, et les nervures secondaires ou transverses qui constituent un réseau rigide de type cellulaire entre les nervures principales (Testard, 1981).

1.1.7 Critères de différenciation

La distinction des odonates est essentiellement basée sur l'analyse des critères externes. La couleur donne généralement une première information sur l'identité de l'animal. Parfois, il est nécessaire de regarder d'un peu plus près d'autres critères. Le premier travail est d'identifier le sous-ordre. Quoi de plus facile de différencier les Zygoptères (demoiselles), aux ailes repliées sur le dos, avec les Anisoptères (libellules) qui laissent leurs ailes déployées

! Les autres critères concernent la disposition des yeux, la forme des nervures alaires, les illustrations abdominales, la forme des appareils reproducteurs,... Pour la détermination des espèces proches, il est nécessaire, dans certains cas, d'avoir recouru à une loupe (Martin, et *al.*, 2003).

1.1.8 Rôle de coloration des odonates

Les libellules sont des insectes chez qui la vue est un sens particulièrement développé. Beaucoup d'espèces ont développé des parures colorées qui permettent aux mâles de se faire remarquer par leurs congénères. Dans certaines régions tropicales existent des familles d'Odonates aux couleurs chatoyantes. En Europe, la plupart des espèces ont des colorations plus modestes, mais certaines sont toutefois remarquables. C'est par exemple le cas des caloptéryx aux ailes colorées et au corps métallisé. La coloration des odonates joue un autre rôle très important dans le camouflage de ces insectes contre les prédateurs. Les taches bleues, jaunes, vertes et brunes des aeschnes les dissimulent efficacement dans le feuillage des arbres ou des arbustes. Le jaune et le noir des gomphes et des cordulégastres rendent les insectes invisibles dans l'atmosphère mi-ombre mi-lumière des cours d'eau boisés (Jourde, 2010).

En règle générale, les femelles sont mieux camouflées que les mâles, sans doute pour limiter les risques de prédation, notamment au moment de la ponte. Chez de nombreuses espèces de Zygoptères, certaines femelles présentent des colorations de mâles. Elles sont dites andromorphes. La coloration des insectes joue aussi un rôle dans leur régulation thermique. En période froide, les aeschnes sont plus sombres qu'en période chaude. L'assombrissement permet une meilleure captation de la chaleur solaire. Enfin, la coloration des insectes varie en fonction de l'âge. Les vieilles femelles de libellules (*Libellula*, *Orthetrum*, *Sympetrum* notamment) se couvrent parfois d'une pruinosité proche de celle des mâles (Jourde, 2010).

1.1.9 Cycle de développement

Les Odonates ont un développement qui se fait avec une métamorphose incomplète (3 stades : œuf, larve et adulte).

Les œufs sont de taille relativement petite par rapport à la taille de l'adulte. Les espèces de petite taille pondent environ quelques centaines d'œufs. Chez les espèces de grande taille, le nombre d'œufs par ponte peut se chiffrer en milliers. Les femelles des Zygoptères et des *Aeshnidae* (Anisoptères) possèdent un ovipositeur leur permettant de pondre dans les tissus

des plantes aquatiques. Chez les autres Anisoptères qui ne possèdent pas d'ovipositeur, les œufs sont déposés directement dans l'eau. Quelques jours à quelques semaines après la ponte l'œuf éclos et libère une larve enveloppée appelée pro-larve (stade 1) (Ndiaye, 2010).

1.1.9.1 La larve

À l'exception des larves de quelques espèces tropicales qui peuvent se développer dans l'humidité de la litière de feuille (Jourde, 2010) les odonates ont une vie larvaire exclusivement aquatique. A ce stade, les larves ont une coloration gris-verdâtre permettant à l'animal de se confondre dans la végétation ou son milieu environnant (vase, sable,...). Elles sont différentes selon le sous-ordre : les Zygoptères portent trois longues lamelles à l'extrémité de l'abdomen appelées branchies anales. Pour les Anisoptères, dont la taille est généralement plus importante, les lamelles sont très courtes et forment une pyramide. Selon l'espèce, les libellules passent quelques mois à plusieurs années sous la forme larvaire. Dans l'eau, les larves subiront plusieurs mues successives, étapes où l'insecte change de peau (Martin, et *al.*, 2003).

La pro-larve sort de son enveloppe et devient une larve libre (stade 2). Après 9 à 16 mues de croissance, en moyenne 12, le dernier stade larvaire est atteint, Il est souvent qualifié de stade nymphal. Selon les espèces, les larves sont :

Grimpeurs et vivent dans la végétation aquatique (Zygoptères, Aesnidae),

Fouisseuses et vivent dans les sédiments de leur habitat (Gomphidae). (Ndiaye, 2010)

1.1.9.2 L'émergence

Après avoir achevé son développement, la larve sort de l'eau et se suspend dans la végétation. C'est alors que débute la métamorphose, encore appelée «émergence» (passage de la forme larvaire à la forme adulte) (Martin, et *al.*, 2003). La durée du développement larvaire (Pro-larve à la larve de dernier stade) varie de quelques mois à environ 5 ans (Ndiaye, 2010).Solidement agrippée, l'enveloppe de la larve commence par se fendre au niveau du thorax. L'animal sort alors la tête puis les pattes pour pouvoir saisir l'enveloppe larvaire (exuvie). Puis c'est au tour de l'abdomen. 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 (Martin, *et al.*, 2003).

L'émergence est qualifiée une phase de 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. Au plan morphologique, trois transformations radicales s'opèrent. La plus évidente est le développement des ailes, qui va permettre à l'insecte de se déplacer pour rechercher sa nourriture, des partenaires et éventuellement coloniser de nouveaux sites de reproduction. La face change aussi assez radicalement. Le bras mentonnier des larves disparaît laissant apparaître les puissantes mandibules. Enfin, des larves ternes et camouflées émergent des imagos qui, chez de nombreuses espèces, se teintent de vives couleurs après quelques heures ou quelques jours (Jourde, 2010).

L'émergence est un véritable challenge pour les Odonates car durant plusieurs heures, leur survie est une affaire de chance. Que les conditions météorologiques se dégradent, qu'un prédateur repère la libellule et s'en sera fini du combat pour la vie. Chez certaines espèces d'odonates, des milliers d'individus vont se transformer en quelques jours. Leur présence constitue une véritable manne pour de nombreux prédateurs, qui modifient leurs modes de chasse pour focaliser leur attention sur les odonates (Jourde, 2010).

1.1.9.3 L'accouplement

Après la phase de maturation, les imagos reviennent aux abords des plans d'eau pour s'accoupler. Le mâle délimite alors un territoire qu'il surveille en permanence (Martin, *et al.*, 2003). L'accouplement chez les Odonates est une particularité dans le monde des Insectes. Le mâle saisit la femelle derrière la tête grâce aux crochets situés à l'extrémité de son abdomen. Les deux partenaires volent en tandem. Le sperme est transféré de l'orifice séminal, localisé au niveau du 8ème segment abdominal, vers un petit réservoir contigu aux organes copulateurs situés sous le 2ème segment abdominal. La femelle rapproche ensuite l'extrémité de son abdomen sous le 2ème segment abdominal du mâle pour recevoir le sperme. Les deux partenaires forment ainsi ce qu'on appelle un « cœur copulatoire » Chez la plupart des espèces, lors de l'accouplement, le mâle et la femelle sont posés. L'accouplement rapide au vol, qui dure quelques mn, est observés chez certaines Libellulidae (Ndiaye, 2010).

1.1.9.4 La ponte

Après l'accouplement, les espèces usent de stratagèmes différents pour disséminer les œufs. Alors que certaines femelles les insèrent dans les végétaux (Martin, et *al.*, 2003), ce type de ponte, appelée endophyte, est pratiqué par des odonates possédant un ovipositeur perforant (Zygoptères et Aesnidae) (Ndiaye, 2010), d'autres les laissent tomber à la surface de l'eau ou sur des surfaces exondées. La ponte peut dans certains cas être réalisée en tandem ou sous la surveillance du mâle (Martin, et *al.*, 2003).

Cette tactique permet au mâle de protéger sa partenaire des convoitises des autres individus de son espèce et de garantir ainsi la bonne transmission de son patrimoine génétique. Les liens du couple se délitent dès la ponte achevée, parfois même en cours de ponte quand l'activité bat son plein sur les sites de reproduction. Les mâles partent immédiatement en quête de nouvelles partenaires. Une femelle ayant juste pondu peut parfois être capturée par un autre mâle et entreprendre une seconde ponte dans la foulée. Elles tentent toutefois généralement de s'écarter un peu pour échapper à la frénésie des mâles (Jourde, 2010).

Dans les régions tropicales humides, plusieurs espèces pondent leurs œufs dans les petites réserves d'eau accumulées entre les feuilles des broméliacées. En Asie, les bambous creux sont aussi utilisés comme site de reproduction. Certaines espèces d'Afrique tropicale se développent même dans la litière humide des forêts, à l'écart de tout point d'eau. En Nouvelle Zélande, les *Uropelata* pondent dans le sol des clairières forestières détrempées. Les larves vont y mener leur complet développement, enfouies dans un terrier creusé dans la tourbe (Precigout, et *al.*, 2009).

Certaines libellules sont même capables de survivre dans les déserts. Grandes voyageuses, elles suivent les dépressions et pondent dans les flaques d'eau temporaires accumulées dans les rochers, après des orages. Leurs larves s'y développent en un temps record pour éviter la dessiccation (Precigout, et *al.*, 2009).

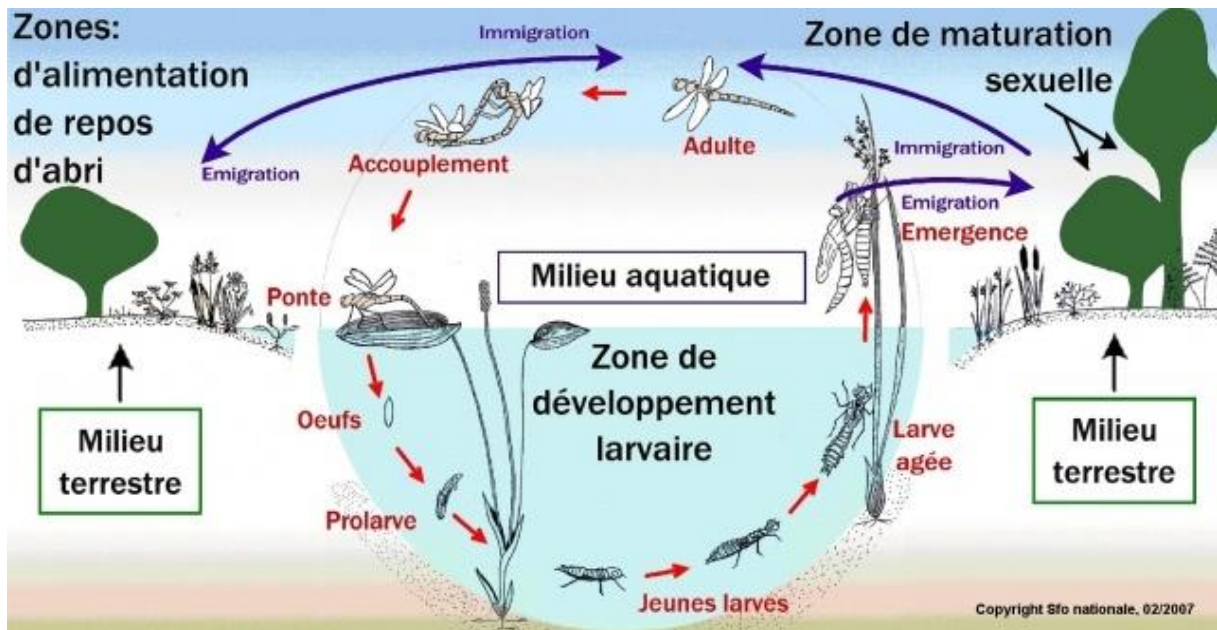


Figure 04 : Cycle de développement d'un odonate.(SFO, 2007)

1.1.10 Le phénomène de la parthénogénèse

La parthénogénèse est la capacité qu'ont les femelles de certaines espèces à se reproduire sans l'intervention de mâles. Ce phénomène, rare chez les libellules, n'a été constaté dans la nature que chez l'Ischnure citrine *Ischnura hastata*. Cette espèce américaine se reproduit de façon normale sur ses terres d'origine. Aux Açores, où l'espèce s'est probablement installée après l'arrivée de quelques individus américains emportés par des tempêtes, la population est uniquement composée de femelles. Toutes les pontes ne donnent naissance qu'à de nouvelles femelles. (Jourde, 2010)

1.1.11 Régime alimentaire

Les Odonates consomment entre 10 et 15% de leur poids chaque jour. Ce qui pourrait correspondre à environ 300 moustiques et autres petits insectes proies. Les larves sont carnassières et accessoirement cannibales (Ndiaye, 2010).

Durant leur vie larvaire, les libellules sont extrêmement voraces. L'appareil buccal en forme démasqué, appelé labium, est muni de deux crochets acérés. Pour capturer une proie, les larves sont capables de projeter leur masque comme un véritable bras. L'alimentation est essentiellement carnivore, elle se compose de larves d'autres insectes (trichoptères, diptères, coléoptères,...), de vers et de crustacés. La taille importe peu puisqu'elles sont capables de s'attaquer à des proies aussi grandes qu'elles comme les alevins et les têtards. Dès leur envol,

les libellules reprennent leurs bonnes habitudes en recherchant inlassablement une proie à se mettre «sous la dent». Ce sont les insectes volants qui sont le plus appréciés, essentiellement des insectes aquatiques comme les trichoptères, les éphémères, les diptères,... Certains odonates comme l'Anax empereur s'attaquent même à des papillons de taille moyenne voire d'autres libellules (Zygoptères) (Martin, et *al.*, 2003).

1.1.12 Prédateurs naturels

La liste des prédateurs des odonates est longue et il nous est impossible d'en dresser l'inventaire complet (Precigout, et *al.*, 2009).

Bien qu'elles soient de redoutables prédatrices, les libellules trouvent souvent plus fort qu'elles. Pendant la vie aquatique, les larves sont régulièrement inscrites au menu des Dytiques, des Nèpes et autres insectes aquatiques, sans compter les amphibiens et les poissons qui ne rechignent pas à les dévorer. Lors de l'émergence, les libellules sont très vulnérables. Incapables de s'envoler, elles sont rapidement capturées par les oiseaux vivant en bordure d'eau comme les hirondelles et les fauvelles paludicoles (Rousserolles). La période de ponte est également critique pour les femelles qui sont happées par les grenouilles. Mais d'autres facteurs sont tout aussi dangereux. Le vent, par exemple, propulse les imagos dans les toiles d'araignées ou endommage les ailes. (Martin, et *al.*, 2003)

1.1.13 Maladies et parasitismes

Les libellules sont soumises à la pression des parasites à tous leurs stades de développement ; larve, imagos et adulte. De petits hyménoptères, essentiellement des Chalcidoïdés, pondent directement dans les œufs de libellules à ponte endophytique, que leurs larves dévorent. Ces espèces sont qualifiées de parasitoïdes car leur infestation se traduit invariablement par la mort de l'espèce hôte (Precigout, et *al.*, 2009).

D'autres parasites vivent aux dépens des adultes et s'alimentent en prélevant l'hémolymphe des imagos, Il s'agit d'acariens, mais aussi de petits diptères. Certains diptères milichiidés s'installent dans les poils des libellules et s'invitent au repas des odonates quand elles viennent de capturer une proie. On qualifie ces espèces de commensales (Precigout, et *al.*, 2009). Les odonates abritent souvent des parasites et sont susceptibles d'être des vecteurs occasionnels de maladies parasitaires. Ils abritent souvent des Grégarines qui sont capables de réduire leur longévité en s'attaquant à leur épithélium intestinal. Eventuellement porteurs de

Cestodes, les Odonates sont également vecteurs de trématodiasés (Oiseaux et Batraciens). Ils sont fréquemment parasités par des Nématodes Mermithidés. Leurs parasites externes sont essentiellement des larves d'Hydracariens. (Testard, 1981)

1.1.14 Menace sur les odonates :

La richesse odonatologique des eaux courantes a été fortement appauvrie au cours du siècle dernier, essentiellement à la multiplication d'aménagement visant à faciliter la navigation ou à lutter contre l'érosion (reprofilage de berges, canalisation, remblaiement, correction des tracés,...). La pollution surtout importante dans les zones plus peuplées et industrialisées, est une menace supplémentaire pesant sur ce type de milieu (Fichfet, 2006). Dans les milieux stagnants mésotrophes, se sont surtout l'eutrophisation, les aménagements divers (curage des fossés, régulation des niveaux d'eau, ...) et les densités des poissons (indigènes ou non) largement supérieures aux densités naturelles qui forme une prédation directe sur les larves des libellules (notamment par des Salmonidés, Cyprinidés carnivores mais aussi d'une augmentation de la turbidité des eaux (Fichfet, 2006).

1.1.15 Habitat

Les odonates présentent une capacité d'adaptation très impressionnante, il n'est guère de milieux aquatiques qui ne puissent être colonisés par des odonates allant des bassins saumâtres, lacs de montagnes, zones de sources aux stations de traitement d'eaux surpolluées, seules les eaux trop salées et les points d'eau très éphémères ne permettent pas le développement des larves d'odonates (Precigout, et *al.*, 2009).

Certains Odonates, les Anisoptères notamment, après émergence, les adultes s'éloignent de l'eau pendant la phase de maturation sexuelle. Ils ne reviennent dans ce milieu que pour la reproduction. Il faut noter aussi le cas des espèces migratrices qui peuvent se retrouver très loin de leur lieu de naissance (Ndiaye, 2010).

Les Larves peuvent se rencontrer dans divers habitats aquatiques, elles s'écartent très peu des eaux douces. Seules deux espèces africaines, *Ischnura senegalensis* et *Hemianax ephippiger*, connues pour une certaine tolérance à la salinité, peuvent se développer en eau saumâtre. Les larves se développent en eaux stagnantes ou courantes de taille et de formes variables :

1.1.15.1 Eaux dormante ou stagnantes

- Les mares peu profondes colonisées par les plantes ;
- Les étangs ou marais ouverts ;
- Les étangs forestiers souvent en milieux fermés (ombré) ;
- Les lacs de montagne (Ndiaye, 2010).

1.1.15.2 Eaux courantes

- Les ruisseaux et rivières à courant lent ;
- Les parties calmes des grandes rivières ;
- Les ruisseaux et rivières à eaux vives et à régime irrégulier et coulant sur un lit de pierres, graviers ou de sable dépourvu de végétation qui se concentre essentiellement près des rives dans les parties calmes (Ndiaye, 2010) .

On note une certaine stratification dans la distribution des larves dans leur biotope. Les larves dites « grimpeuses » des Zygoptères, des Aeshnidae et de quelques Libellulidae occupent la strate supérieure, dans les herbes ou le long des rives. Ces larves sont issues des pontes endophytes (oeufs pondus dans les tiges des plantes). Les « marcheuses » se déplacent sur le fond ou parmi des débris grossiers sédimentés (Libellulidae et Corduliidae). Les larves « fouisseurs » superficiels (des Libellulidae et Gomphidae) sont plus spécialement limités aux sédiments fins (argileux limoneux, organiques ou mixtes). Les « fouisseurs profonds » ou « fouisseurs vrais » (quelques Gomphidae) occupent les fonds de sables grossiers des berges des cours d'eau (Ndiaye, 2010).

Les Odonates adultes sont terrestres et héliophiles (actifs le jour pendant les heures ensoleillées) dans leur majorité. Après émergence, ils se regroupent dans les prairies, les lisières de bois et les clairières des forêts situées dans les alentours de l'eau. Les imagos de certaines espèces, espèces de grande taille et bons voiliers, s'observent en milieu parfois éloigné des eaux (Ndiaye, 2010).

1.1.16 Dispersion migration et invasion

Si certaines espèces ne se dispersent guère autour de leur lieu de naissance (l'Agrion de Mercure *Coenagrion mercuriale* ne s'éloigne généralement pas à plus de quelques centaines de mètres de son site d'émergence), d'autres peuvent entreprendre de grands déplacements pour coloniser de nouveaux sites de reproduction. Les aeschnes, la Libellule déprimée *Libellula depressa* et même de petites espèces comme les *Calopteryx* s'observent parfois à

des dizaines de kilomètres de tout point d'eau. L'Anax porte-selle *Anax ephippiger* entreprend des déplacements intercontinentaux pouvant le mener de l'Afrique à l'Europe et même de l'Afrique à l'Amérique ! Les déplacements de certaines espèces peuvent parfois être massifs. Ainsi des milliers de Sympétrum jaune *Sympetrum flaveolum* peuvent apparaître et même se reproduire ponctuellement dans des régions qu'ils ne fréquentent pas classiquement. Les mouvements coordonnés du Sympétrum strié *Sympetrum striolatum* sont souvent qualifiés de migration. Ces déplacements, qui n'impliquent pas de retour à un point d'origine, concernent chaque automne des millions d'individus qui se déplacent face au vent le long des côtes du Centre-Ouest (Precigout, et al., 2009).

Les odonates, et tout particulièrement les anisoptères, sont de robustes insectes. Plusieurs espèces américaines, emportées par les tempêtes automnales, ont réussi à atteindre les côtes européennes. L'Anax cyclope *Anax junius*, l'Ischnure citrine *Ischnura hastata* et la Sympétrule à front blanc *Pachydiplax longipennis* devraient être recherchées sur les côtes charentaises après le passage de fortes dépressions atlantiques (Precigout, et al., 2009).

Depuis deux d décennies environ, la fréquence de sept espèces de libellules méridionale a augmenté significativement en Wallonie, par rapport à des groupes d'espèces d'origine différente. Si des vagues de colonisation ont toujours été observé, lors notamment d'étés particulièrement chauds, elles restaient temporaires. Ces implantation récentes et durables, qui s'expliquent par des une succession rapprochée d'étés chaud et secs, sont interprétées comme une conséquence du réchauffement climatique, ce facteur qui favorise la forte progression des espèces méridionales, peut jouer un rôle néfaste pour les espèces plus nordiques très exigeantes quant à la nature de leur habitat (Fichfet, 2006).

Le phénomène migratoire chez les odonates s'agit de mouvements de masse, coordonnés et orientés mais qui n'impliquent pas de retour. Certaines espèces entreprennent régulièrement des déplacements vers le nord. Des espèces méridionales atteignent ainsi l'Europe septentrionale, parfois l'Islande (Jourde, 2005).

Les odonates, dont de nombreux voyagent en tandems, volent en groupes diffus, chaque insecte étant distant de son voisin d'un à deux mètres. Lors des mouvements les plus massifs, les vols peuvent s'étaler sur un front de plusieurs dizaines de kilomètres de large. Les insectes migrent aussi au-dessus de la mer et franchissent sans tergiverser des estuaires comme celui de la Charente. Plus à l'intérieur, le passage existe mais est beaucoup moins démonstratif et

semble aller en s'atténuant à mesure que l'on s'éloigne du front de mer. La migration s'étale généralement sur plusieurs semaines, avec parfois une à deux journées où le flot culmine, constant et particulièrement dense (Jourde, 2005).

Le passage s'interrompt en cas de mauvais temps ainsi qu'à la tombée de la nuit. Les insectes se perchent alors sur tout promontoire disponible : buissons, branches basses, piquets mais aussi antennes de télévision, séchoirs à linge ou clôtures. La cause de ce déplacement, à relation avec la direction du vent, la provenance initiale et la destination finale de ces millions d'insectes, nous sont encore globalement inconnus (Jourde, 2005).

1.1.17 Intérêt des odonates

1.1.17.1 Intérêt patrimonial

Apparus il y a 300 millions d'années, les odonates sont aujourd'hui menacés dans beaucoup de zones humides à travers le monde. Indépendamment des rôles non négligeables qu'ils jouent dans le fonctionnement des zones humides, ils méritent d'être protégés en tant que patrimoine, local, régional, national ou mondial. Sans protection, beaucoup d'espèces disparaîtront rapidement dans beaucoup de zones du fait de l'impact anthropique (Ndiaye, 2010).

1.1.17.2 Réseau trophique

Les odonates occupent une place importante dans le réseau trophique des milieux humides en tant que proies mais aussi et surtout en tant que prédateurs. L'impact des larves est cependant plus significatif que celui des adultes dans le fonctionnement des écosystèmes humides (Ndiaye, 2010).

1.1.17.3 Bioindicateurs

Dans leur majorité, les Odonates se caractérisent par leur héliophilie. Ils se rattachent, qu'ils soient ou non sédentaires à la zone littorale des milieux aquatiques ; tous sont fortement inféodés plus ou moins durablement à leurs abords immédiats ou aux paysages de transition (herbiers, zones palustres, marais, rives dénudées ou boisées) où l'eau fait partie intégrante de l'environnement et exerce sur eux une attractivité primordiale par sa propriété de réfléchir la lumière. Très peu d'espèces maintiennent une activité régulière et prolongée à l'écart des rives au-dessus des grandes étendues d'eau. La fixation des adultes autour des formations

rivulaires s'accorde avec l'habitat des larves limité aux zones côtières et plus en général aux herbiers littoraux et aux milieux peu profonds garnis de végétation (Testard, 1981).

La définition d'un habitat basée sur les seules habitudes des adultes est insatisfaisante et imprécise, si bien que les espèces les plus communes sont citées comme fréquentant à la fois milieux stagnants et courants, alors que le nombre d'espèces typiquement d'eau courante est très limité (Testard, 1981; Ndiaye, 2010).

Chapitre 2

Odonates et biosurveillance

1.2 Odonates et Biosurveillance

1.2.1 Introduction

Les animaux et les végétaux qui colonisent les milieux aquatique possèdent des exigences diverses vis-à-vis de ce milieu. Certains organismes vivants pourront ainsi être sensible à des variations de pH, de température, à des modifications de contexte nutritionnel (composées minéraux ou matière organique, éventuellement présents à l'état de traces). Ces organismes sont donc susceptibles de réagir aux modifications du milieu aquatique et peuvent alors servir de d'indicateur de la perturbation existante (pollution) (Rodier, et *al.*, 2009).

Très opportunistes, les libellules sont capables de se reproduire sur des milieux aussi différents que les rivières, les mares et autres zones humides : on parle d'espèces «eurytopes». Pourtant quelques espèces s'observent uniquement dans des habitats particuliers. Pour ces espèces dites «sténotopes», il semblerait qu'elles aient des exigences particulières quant à l'acidité de l'eau, sa qualité ou encore en ce qui concerne le profil général de la végétation. Les odonates font partie des espèces les plus menacées de notre faune. Très exigeantes quant à la qualité de leurs milieux de reproduction, elles se développent généralement sur des habitats très spécifiques. La disparition progressive des libellules sur un site traduit la dégradation du milieu dans lequel elles se développent (Martin, et *al.*, 2003). Leur bon état de connaissance taxonomique et leurs exigences écologiques ont fait d'eux un groupe idéal pour être utilisé comme outils d'évaluation et de suivi de l'état de conservation global des milieux aquatiques. Partout dans le monde, ils sont en régression du fait des impacts humains, ce qui incite à se préoccuper de leur conservation (Elhaissofi, et *al.*, 2010).

Les libellules forment un groupe d'insectes bien connu (Corbet, 1999), et sont particulièrement appréciées pour leurs couleurs vives et leurs vols acrobatiques. Les larves vivent dans des milieux d'eau douce, à la fois dans des eaux courantes et dormantes. De nombreuses espèces occupent des aires de répartition restreintes et sont spécifiques à certains habitats, des tourbières alpines aux oueds désertiques. Dans les zones tempérées du globe, les libellules interviennent surtout dans la gestion des milieux naturels et sont souvent considérées comme des espèces indicatrices clés pour la qualité de l'environnement et la gestion de la biodiversité. Leur sensibilité à la qualité de l'habitat (Moore, 1997) (par exemple les couverts forestiers, la chimie de l'eau, la structure des rivières et des rives), leur caractère

amphibien et leur identification relativement simple procurent aux libellules le statut d'indicateur fiable pour l'évaluation des changements environnementaux sur le long terme (biogéographie, climatologie) et le court terme (conservation de la biologie, pollution des eaux, altération de la structure des eaux courantes et stagnantes), bien qu'elles ne soient pas aussi vulnérables que d'autres invertébrés benthiques, en particulier ceux utilisés pour déterminer des indices biotiques (Riservato, et *al.*, 2009).

1.2.2 Sensibilité des odonates aux conditions environnementales

1.2.2.1 Sensibilité de l'éclosion

La durée de l'incubation des œufs est assez variable en fonction des conditions environnementales, que ce soit d'une espèce à l'autre et au sein de la même espèce. Certaines libellules, adaptées aux conditions temporaires, peuvent éclore quelques jours seulement après la ponte. C'est notamment le cas du Sympétrum strié *Sympetrum striolatum* chez qui les premières éclosions ont été observées 14 jours seulement après la ponte. 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. La proportion d'œufs entrant en diapause durant l'hiver augmente à mesure que la ponte est tardive. Chez certaines espèces, au sein d'une même génération, certains œufs entrent en diapause, d'autres non. Il s'agit manifestement de ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier (Jourde, 2010).

1.2.2.2 Sensibilité du développement larvaire

Dans la nature, on observe de grandes différences entre espèces mais aussi au sein des espèces selon les endroits où elles vivent. La larve de l'Aeschne affine *Aeshna affinis* peut se développer en 4 mois dans les milieux temporaires saumâtres de Charente-Maritime. Dans les sources froides, celle du Cordulégastré annelé *Cordulegaster boltonii* met habituellement 3 à 4 ans pour devenir adulte (Jourde, 2010).

1.2.3 Menace anthropiques et écologiques

Les odonates sont indirectement menacés par la perte ou la modification trop drastique de leurs habitats, notamment à cause d'une urbanisation croissante (assèchement, comblement, constructions) mais aussi par la transformation et l'usage de nombreux milieux lotiques récemment créés ou destinés à l'irrigation des cultures. Les pollutions d'origines organiques (volailles) ou chimiques (produits phytosanitaires) sont, comme pour le reste de la faune, d'importants facteurs de perte de diversité sur les organismes les plus sensibles (Murguey, 2005).

1.2.3.1 Climat

Le climat joue un rôle décisif dans la survie des libellules. Durant les vagues de froid, certains sites de développement larvaire peuvent geler. La survie des espèces les plus thermophiles est dès lors compromise (Precigout, et *al.*, 2009).

Durant l'émergence, le vent, la pluie, la grêle peuvent totalement décimer la cohorte d'une journée. L'impact des gouttes suffit à faire tomber un insecte en cours de métamorphose. Le vent peut empêcher les libellules d'étaler correctement leurs ailes. Dans le meilleur des cas, les insectes voleront avec un handicap. Dans le pire, ils ne pourront pas décoller. Il arrive que le froid empêche les libellules de terminer leur émergence. Les insectes, à bout de force, restent alors prisonniers de l'exuvie où leur cuticule et leurs ailes se solidifient (Precigout, et *al.*, 2009).

Durant la période de vol, des orages, de longues périodes de froid et de pluie peuvent réduire sensiblement les effectifs de libellules. A l'inverse, une sécheresse durable peut dessécher de nombreux sites de reproduction où réchauffer l'eau à un tel point que cette température dépasse le seuil admissible par les espèces eurosibériennes notamment, qui apprécient plutôt les eaux fraîches. L'assèchement désormais chronique de certains cours d'eau compromet localement la survie de plusieurs espèces. L'ouragan de décembre 1999 a eu des conséquences notables sur la survie de plusieurs espèces rares comme le Leste à grands ptérostigmas *Lestes macrostigma* (Precigout, et *al.*, 2009).

1.2.3.2 Urbanisation

L'urbanisation croissante a un fort impact sur la biodiversité odonatologique. Les conséquences sont - bien qu'aucune étude spécifique ne le certifie - une perte de diversité indirecte par destruction des habitats. En effet, de nombreuses zones humides sont comblées par des déblais issus des constructions, par comblement ou assèchement (Murguey, 2005).

1.2.3.3 Pollutions chimiques

Même s'il n'existe pas actuellement d'étude scientifique, les zones de cultures (canne, bananes) sont reconnues pour héberger une très faible diversité d'organismes. L'usage de produits phytosanitaires (type et quantité) notamment pour lutter contre les rats et les gastéropodes, réduit fortement la diversité des invertébrés. Ainsi, les étangs d'irrigation destinés aux cultures n'accueillent qu'une faible diversité d'odonates (5 en moyenne), parmi les plus résistantes (Murguey, 2005).

En ce qui concerne les rivières, le problème est le même, notamment à cause des zones de cultures (lavage des bananes), et l'on rencontre également des pollutions autres, comme la présence des sacs plastiques servant à protéger les régimes de bananes, ainsi que le déversement de déblais de chantier, ou bien la décharge de véhicules, appareils électroménagers, huiles, essences, poubelles. Le lavage du linge et des voitures, fréquemment observés au niveau des gués, peut avoir un impact négatif sur la faune des invertébrés sur le cours des rivières (Murguey, 2005).

1.2.3.4 Pollutions organiques

Un autre type de pollution semble devenir préoccupant et concerne les élevages de porcs et de volailles. Les déjections de ces animaux dans le cours des rivières ou dans les milieux stagnants contribuent également à la pollution générale par les produits phytosanitaires. Le lisier produit par les porcs est habituellement traité par les exploitants, mais il arrive que certaines exploitations ne possédant pas de fosses aux normes, profitent de la période d'hivernage pour vidanger les fosses. (Murguey, 2005)

Le tableau suivant présente un classement des différents habitats que colonisent les odonates selon la Société Française d'Odonatologie (SFO, 2001)

1.2.4 Habitats odonatologique

Tableau 01 : Différents types d'habitats des Odonates (SFO, 2001)

code	type	précision et commentaire
0	Milieus indéterminés	Absence d'information, collections, bibliographie, etc.
1	Zones des sources	Petits bassins et écoulements (permanents) des sources ; parfois présence de sphaignes ; souvent ombragés.
2	Ruisselets/ruisseaux fermés	Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux fermés (sous-bois, forêts, taillis, etc.). Parfois coulant sur des pentes abruptes. Assèchement estival possible (mais présence de vasques, flaques et micro-mares).
23	Ruisselets/ruisseaux ouverts	Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux ouverts (champs, prairies, etc.). Présence d'Hélophytes et parfois d'Hydrophytes.
3	Rivières à eaux vives	Milieus de 5 à 25 m de large. Secteurs à courant vif (rapides). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.
24	Rivières à eaux calmes	Milieus de 5 à 25 m de large. Secteurs calmes du cours d'eau (moulins, barrages naturels, etc.). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.
4	Grands cours d'eau vifs	Parties vives des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large).
5	Grands cours d'eau calmes	Parties calmes des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Bras morts, îles (en communication périodique avec le cours d'eau).
6	Canaux navigables	Milieus artificiels entretenus pour la navigation fluviale.
7	Fossés alimentés	Canaux d'irrigation (débit moyen), puits artésiens, etc.
8	Suintements	Résurgences de débit insignifiant mais permanent ; Suintements de digues d'étangs, etc. Généralement bien ensoleillés.
9	Milieus temporaires	Stagnants en général, assèchement estival : petits étangs, mares, fossés, etc.
10	Mares ouvertes	Bien ensoleillées et permanentes : mares, abreuvoirs, lavoirs, lavognes anciennes (non entretenues), etc.
11	Mares fermées	Milieus forestiers très ombragés (et permanents).
12	Milieu saumâtres	Marais littoraux et continentaux saumâtres de plus de 0,5 mg/l de NaCl, bien ensoleillés, eaux permanentes ou assèchement estival : lagunes, marais salants, prés salés, bassins piscicoles, marais à salicornes, etc.
13	Milieus artificiels	Récents en général et peu colonisés par la végétation aquatique : gravières, sablières, ballastières, lavognes entretenues, étangs collinaires, etc..

14	Etangs « naturels » ouverts (annexes comprises)	Milieus bien ensoleillés (peu de végétation arbustive littorale). Végétation aquatique et sub-aquatique typique. Situés jusqu'à 300 m d'altitude. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire.
15	Etangs « naturels » fermés (annexes comprises)	Milieus fortement boisés (forestiers), rives ombragées. Situés jusqu'à 300 m d'altitude. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire.
16	Marais de plaine	Etangs marécageux (- de 50% d'eau libre), marais (biotopes diversifiés), canaux stagnants, effluents, fossés, tourbières plates alcalines de plaine (jusqu'à 300m).
17	Tourbières acides de plaine	Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. Moins de 300 m d'altitude.
18	Tourbières acides d'altitude	Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. Situées entre 300 m et 2500 m.
19	Milieus stagnants d'altitude	Etangs, marais, petits lacs situés entre 300 et 2500 m d'altitude. Parfois avec des secteurs (queues) présentant des formations particulières (radeaux tourbeux, ...)
20	Lacs et grands réservoirs	Grande surface d'eau libre de basse ou moyenne altitude (jusqu'à 1000 m en général), retenues EDF, etc. (queues et rives « naturelles »).
21	Rivières d'altitude	Eaux courantes vives en général, situées entre 300 et 2500 m d'altitude.
22	Rivières méditerranéennes	Eaux courantes à débit intermittent en période estivale (vasques, mares).
25	Milieus aquatiques cultivés	Milieus aquatiques cultivés
26	Milieus aquatiques divers	Ce code peut être utilisé lorsque l'observateur n'arrive pas à attribuer un habitat larvaire précis à une espèce observée.
27	Bassins lagunaires	Bassins d'effluents routiers, de décantation (stations d'épuration, etc.).
28	Milieus de loisirs	Pièces d'eau aménagées pour les loisirs et sports nautiques, etc.
29	Prairies humides	Milieus humides, mouillères, etc. (à proximité ou non de milieux aquatiques)
30	Milieus terrestres	Non aquatiques : bois, champs, landes, friches, chemins, etc.

1.2.5 Intérêt odonatologique des sites

La qualité d'un site, en tant qu'habitat d'Odonates, peut être indiquée par le calcul de l'Indice de Qualification Globale – IQG – (Oertli, 1994). Ce calcul se fait par addition de la diversité spécifique du site, et de points d'indices attribués aux espèces selon leurs statuts patrimoniaux (listes rouges). Oertli a ainsi développé une grille d'évaluation de l'indice pour

la vallée de la Saône, située dans un contexte biogéographique centro-européen à tendance continentale. Cette grille d'évaluation des indices ne peut cependant pas être appliquée de la même manière à l'ensemble de notre zone d'étude. En effet, le peuplement odonotologique d'un site est étroitement corrélé à ses conditions géographiques et altitudinales. Sans cet aménagement, les sites plus méridionaux et planitaires seront toujours mieux notés que ceux situés en altitude ou à des latitudes plus élevées (la diversité spécifique respectant le plus souvent ce gradient). Le calcul des IQG repose sur les Listes Rouges des taxons. Aussi leur rapprochement avec ceux des années précédentes (nécessairement fondés sur les versions antérieures de ces Listes Rouges) (FRAPNA, 2009).

Martresche (1997) a adapté la grille d'évaluation aux conditions particulières des zones supra-méditerranéennes et méditerranéennes du département de la Drôme, (FRAPNA, 2009)

Tableau 02 : Echelle de l'IQG (FRAPNA, 2009).

Source	Altitude	Indice faible	Indice moyen	Indice élevé	Indice très élevé
MARTARESCHE	> à 600m	0-20	21-40	41-60	61 ≤

Dans ce calcul, les espèces concernées sont ceux dont la reproduction sur le site est confirmée (observation d'émergences, exuvies) ou hautement probable (populations importantes, observation d'accouplement et/ou de ponte, présence d'habitats favorables à la reproduction) (FRAPNA, 2009).

Il est fort intéressant en l'état pour dresser une hiérarchisation qualitative entre les sites d'étude en fonction des taxons présentant les plus forts enjeux à l'échelle nationale et européenne, il est regrettable, et perfectible, que cet indice ne prenne également en compte les spécificités locales en matière de valeur patrimoniale. En effet, des listes rouges Départementales et Régionales sont désormais définies dont la prise en compte dans le calcul de l'IQG offrirait aux gestionnaires de milieux, locaux, une meilleure aide à la décision en matière d'action de gestion et/ou de conservation ciblant plus spécifiquement les enjeux du territoire qu'ils ont en compétence (FRAPNA, 2009).

1.2.6 Indice biologique global normalisé (IBGN)

L'indice biologique global normalisé est l'indice biologique le plus ancien et de loin le plus utilisé.

Les peuplements des macro-invertébrés récoltés de façon standard dans une station fournissent des indicateurs sur la qualité du milieu par la présence et l'absence de groupe faunistique *indicateurs*. Ces groupes sont choisis en fonction de leur sensibilité aux pollutions aussi bien organique que physico- chimique, mais aussi à toute perturbation naturelle ou artificielle du milieu. De plus la richesse en espèce, appréhendée également de façon standard, permet d'évaluer la complexité de la communauté vivante. Ces deux aspects, dépendant de la valeur écologique et de la richesse en peuplement, sont résumés par une note chiffrée, d'autant plus élevée que le milieu est plus apte à entretenir un nombre plus important d'espèces de façon durable, donc exempt de perturbations (pollution ou non). Il ne s'agit donc pas d'indice de pollution, mais plutôt d'*indice de qualité du milieu*, dont le niveau normal dépend de cours d'eau envisagé.

1.2.6.1 Principe

La détermination de l'IBGN se fait par prélèvement de la macrofaune benthique (taille $> 500 \mu\text{m}$) par station en suivant un protocole d'échantillonnage représentatif des différents types d'habitats (nature du support, vitesse courant) , puis par le tri et l'identification des taxons. La vitesse de l'IBGN est déterminée à l'aide d'un tableau affectant une valeur de 1 à 20 en fonction des taxons indicateurs et de leur variété.

1.2.6.2 Taxon retenus pour la détermination de l'IBGN

Parmi les 152 taxons susceptibles de participer à la variété des totale du milieu en invertébrés aquatiques, existe neuf taxons incluent sous l'ordre des odonates : Aieschnidae, Calopterydae, Coenagrionidae, Cordulegasteridae, Corduliidae, Gomphédae, Lestidae, Libelludae, Platycnemididae.

1.2.6.3 Mode opératoire

Les organismes prélevés sur chaque station sont triés puis déterminés suivant les indications données dans la liste des 152 taxons, les organismes sont comptabilisés sous forme larvaire, nymphale ou adulte.

La détermination se fait au niveau de la famille sauf quelques groupes faunistique dont la détermination ne peut pas dépasser la classe ou l'embranchement.

1.2.6.4 Calcul de l'IBGN

La liste des 152 taxons comporte seulement 38 taxons sélectionnés comme indicateurs, repartis en neuf groupes faunistique indicateurs (GI) selon leur caractère polluo-sensible. Les numéros attribués à ces différents groupes faunistiques correspondent des exigences des invertébrés vis-à-vis de leur milieu. (Rodier, et al., 2009)

Le tableau suivant permet le calcul de l'IBGN suivant les étapes

Tableau 03 : Valeurs des IBGN selon la nature et la variabilité taxonomique des invertébrés aquatiques (Rodier, et al., 2009)

Taxons	GI	t	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
		50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1	
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostratiidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
Limnephilidae (*) Hydropsychidae Ephemerellidae (*) Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
Baetidae (*) Caenidae (*) Elmidae (*) Gammaridae (*) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
Chironomidae (*) Aseillidae (*) Achètes Oligochètes (*)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

(*) Taxons représentés par au moins 10 individus. Les autres par au moins 3 individus.

On ne prendra en compte que les taxons indicateurs, il faut rechercher le taxon qui correspond au groupe faunistique indicateur le plus élevé (9 s'il existe, sinon 8, voire 7) suite à une absence des groupes précédents. Passant au calcul du nombre total des taxons répertoriés dans les 8 prélèvements réalisés (Σ taxon ou Σt). La valeur de l'IBGN comprise entre 0 et 20 est calculée sur le tableau par l'intersection du groupe faunistique et le nombre total des taxons. (Rodier, et al., 2009)

1.2.7 Les larves d'odonate indicateur de pollution des eaux

L'entomofaune de l'eau se compose des espèces qui appartiennent à différents ordres et classes d'insectes, parmi eux les odonates qui présentent des excellents indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. Les larves des odonates ont un intérêt important dans l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques, ils sont sensibles à la pollution (Striniqui, et al., 2010).

Les larves des odonates sont caractérisées par une respiration branchiale vue leur vie exclusivement aquatique, les branchies de ces insectes sont à l'extrémité de l'abdomen ou dans le rectum, fragiles et sont affectés plus par la chimie de l'eau (Striniqui, et al., 2010).

1.2.8 IQM et Odonate pour évaluer les conditions écologiques et morphologiques des rivières.

L'évaluation des conditions écologiques et morphologique des cours d'eau, est un enjeu majeur dans la gestion et la restauration des rivières. L'utilisation de l'IQM (Indice de Qualité Morphologique) et odonate pour évaluer les conditions écologiques et morphologiques des rivières est une nouvelle méthode récemment proposée en Italie pour l'application des procédures de la DCE. Cet indice est basé sur la compréhension des processus géomorphologique qui sous tendent le fonctionnement physique des rivières. (Golfieri, et al., 2012)

Cette méthode à pour objectif :

- d'analyser les relations entre la qualité morphologiques du milieu fluvial.
- Utiliser les odonates comme indicateur écologique sur un ensemble des tronçons avec des morphologies différentes, et évaluer les activités humaines (Golfieri, et al., 2012).

Cette étude est atteinte à l'aide d'un système d'évaluation proposé par Chovanec et Waringer (2001), elle était testée la première fois dans les rivières Italienne.

Les résultats préliminaires de l'application de cette méthode montrent une bonne correspondance entre les deux indices utilisés, c'est-à-dire une corrélation positive entre morphologie et conditions écologiques, et il est confirmé une autre fois que les odonates sont des bioindicateurs utiles dans l'indication de la qualité des écosystèmes fluviaux (Golfieri, et *al.*, 2012).

1.2.9 Vulnérabilité d'une espèce d'odonate

La méthodologie proposée par Abellán et *al.*, (2005a, 2005b), permet d'étudier la vulnérabilité des odonates. Cette méthodologie se base sur la combinaison de six critères considérés comme déterminant du degré de vulnérabilité des insectes. Ces six critères sont : la distribution générale (DG), l'endémisme (E), la rareté (R), la persistance (P), la rareté de l'habitat (RH) et la perte de l'habitat (PH). Afin de pallier la suggestivité de cette méthodologie, les six critères ont tous une valeur oscillant entre 0 et 3 (Kattan, 1992 ; Cofré & Marquet, 1998) *in* (Elhaisoufi, et *al.*, 2010).

Chapitre 3

Odonates du bassin méditerranéen

1.3 Odonates du bassin méditerranéen

1.3.1 Introduction :

Le bassin méditerranéen, qui s'étend de l'ouest à l'est du Portugal au Levant, et du nord au sud du nord de l'Italie à la côte nord de l'Afrique, est l'une des régions les plus riches au monde en matière de diversité animale et végétale et affiche un taux d'endémisme élevé (Mayers, et *al.*, 2000).

Les libellules, dont le nombre d'espèces s'élève à 5 680, constituent un petit ordre d'insectes et vivent, pour la plupart, dans des zones tropicales. La région méditerranéenne abrite 165 espèces, parmi lesquelles 61 appartiennent au sous ordre des *Zygoptera* et 104 appartiennent au sous-ordre des *Anisoptera*. Au total, 11 familles sont présentes dans la région. Les plus grandes familles de libellules sont les *Libellulidae* (48 espèces), les *Coenagrionidae* (35 espèces), les *Gomphidae* (21 espèces) et les *Aeshnidae* (16 espèces). Environ une espèce de libellule sur sept présente dans le bassin méditerranéen est endémique à la région, mais le taux d'endémisme est particulièrement élevé au sein des familles *Calopterygidae*, *Platycnemididae*, *Cordulegastridae* et *Coenagrionidae* (Riservato, et *al.*, 2009).

1.3.2 Diversité et endémisme des familles de libellules du bassin méditerranéen

Avec près de 5 000 îles et îlots, l'ensemble formé par les îles méditerranéennes est l'un des plus importants du monde. Dans les eaux de la Méditerranée, environ 4 000 îles ont une superficie de moins de 10 km² et 162 couvrent une aire d'au moins 10 km². Les neuf îles méditerranéennes, dont la superficie s'élève à plus de 1 000 km², représentent 83 % de l'ensemble de la zone insulaire. Leur richesse en espèces et leur taux d'endémisme relativement élevé leur confèrent une valeur particulière dans la biodiversité mondiale (Riservato, et *al.*, 2009).

La région se caractérise par son climat où alternent hivers doux et humides et étés longs, chauds et secs. Parfois, les précipitations annuelles sont extrêmement faibles, comme par exemple en Libye et en Égypte, mais d'autres pays bénéficient de bonnes conditions hydriques en raison de fortes précipitations, par exemple au nord-est de l'Algérie et dans une partie des Balkans. Les pays bordant la Méditerranée comptent une population totale d'environ 455 millions d'habitants (Plan Bleu, 2008). Depuis des milliers d'années, la région

connaît un développement humain important, qui a eu un fort impact sur ses écosystèmes. Par ailleurs, différentes formes d'aménagements par l'homme se sont succédées depuis près de 8 000 ans (Riservato, et *al.*, 2009).

Dans de nombreux pays, les ressources en eau constituent un problème majeur. En outre, certains pays du sud de la Méditerranée, comme par exemple l'Égypte, la Libye, Malte, la Syrie et la bande de Gaza, exploitent plus que leurs ressources hydrauliques renouvelables (c'est-à-dire leur eau fossile). Environ 64 % des eaux douces de la région méditerranéenne sont utilisées pour l'agriculture (Plan Bleu, 2008).

Dans les zones semi-arides, des années de pratiques culturales non durables ont entraîné l'érosion, la salinisation et la dégradation des sols. Ces perturbations, auxquelles s'ajoute un faible taux de précipitation, se traduisent aujourd'hui par un risque modéré de désertification dans de nombreux pays méditerranéens (Plan Bleu, 2008). Alors qu'auparavant, l'exploitation du paysage naturel était longue, lente et relativement durable, l'équilibre traditionnel entre la nature et l'homme s'est rompu au cours des dernières décennies. Le développement du tourisme a exercé une pression considérable sur la région, en particulier sur les écosystèmes côtiers (Riservato, et *al.*, 2009). Le littoral méditerranéen est devenu une ressource touristique de première importance à l'échelle mondiale : 246 millions de personnes, soit 31 % des touristes internationaux, ont séjourné dans les pays du bassin méditerranéen en 2005 (Plan Bleu, 2008).

Le tableau suivant présente le nombre total des espèces, et le nombre des espèces endémique pour chaque famille des odonates présent dans le bassin méditerranéen

Tableau 04 : Nombre total des espèces et espèces endémique des odonates dans le bassin méditerranéen (Riservato, et *al.*, 2009)

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

Le bassin méditerranéen prend la quatrième place des hauts lieux de biodiversité la plus altérée (Mayers, et al., 2000), dont les causes sont très diversifiées : la démographie, le développement humain, l'intensification de l'agriculture, les incendie, le surpâturage, le tourisme et les changements climatiques (Riservato, et al., 2009).

1.3.3 Les zones humides de la Méditerranée

Pendant des millénaires, les zones humides autour du bassin méditerranéen ont fourni des services indispensables aux habitants (eau, nourriture, matériaux et transport) et ont joué le rôle de toile de fond pour leurs activités sociales et culturelles. Or, ces derniers temps, et plus particulièrement lors de la première moitié du vingtième siècle, les zones humides de la Méditerranée ont été détruites et dégradées afin d'empêcher la transmission de maladies hydriques, ce qui cède la place à la construction de logements et d'infrastructures au vu de la croissance soutenue de la population et, enfin, de favoriser le développement du tourisme. De nombreuses zones humides ont été systématiquement converties en paysages agricoles dans le

but d'accroître la production locale. Environ la moitié des zones humides méditerranéennes ont ainsi disparu et parmi celles encore présentes, les écosystèmes majeurs sont dégradés et presque toutes les rivières importantes du bassin méditerranéen sont devenues des lacs et des barrages.

Les menaces les plus généralisées auxquelles sont exposés les habitats d'eau douce sont le drainage pour l'agriculture et l'approvisionnement en eau potable, les aménagements, l'urbanisation et la pollution. Les mécanismes, tels que l'encaissement des rivières, la surexploitation des ressources en eau souterraine et la construction de réservoirs, sont quelques unes des nombreuses raisons à l'origine de la détérioration des zones humides. Enfin, les zones humides sont essentielles aux libellules car ces dernières sont dépendantes de l'eau à la fois pendant leur phase terrestre et aquatique. L'eau constitue l'habitat principal des larves, dont le développement et la croissance peuvent prendre plusieurs années. Ensuite, les adultes ont besoin d'eau pour se reproduire et, souvent, se nourrir (Riservato, et *al.*, 2009).

1.3.4 Base de données et atlas de répartition des libellules méditerranéennes :

Cet atlas regroupe plusieurs bases de données distinctes et couvre un total de 35 pays (dont 15 pays européens). Il cartographie 179 espèces et certaines autres sous-espèces dont la présence a été relevée dans les pays méditerranéens sur une zone sise entre 18° de latitude nord et 47° de latitude nord, des îles Canaries à l'ouest de l'Iran (Riservato, et *al.*, 2009).

L'atlas fournit des informations fondamentales indispensables aux efforts de conservation en indiquant la répartition antérieure et actuelle de tous les taxons (Riservato, et *al.*, 2009).

Les différentes bases de données seront mises à jour et complétées par la suite. Dans l'atlas, les informations sont indiquées au niveau du point de convergence de chacune des différentes bases de données utilisées (Riservato, et *al.*, 2009).

Points rouges = données antérieures à 1980 ;

Points bleus = données recueillies depuis le début des années 1980 ;

Points verts = données mises à jour.

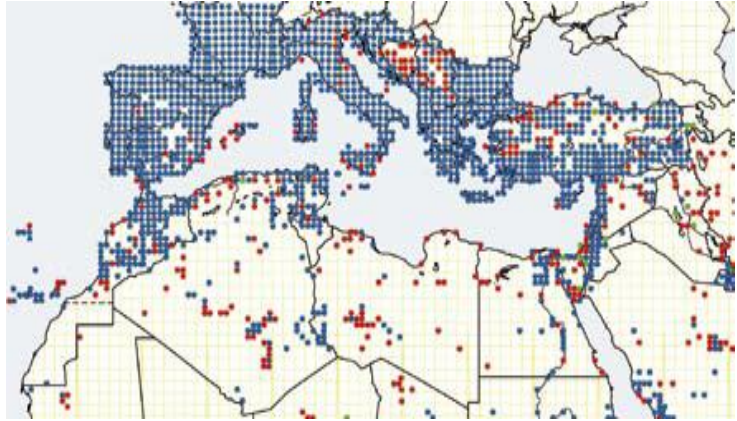


Figure 05 : Aperçu des pays et localités des données représentés dans l'atlas de répartition des libellules du bassin méditerranéen et du nord de l'Afrique.

1.3.5 Statut de conservation

Parmi les 165 espèces de libellules méditerranéennes, 19 % sont menacées : 3 % sont En danger critique d'extinction, 8 % En danger et 8 % Vulnérables (Tableau 2, Figure 4). Un total de 58 % dites de Préoccupation mineure, tandis que 16 % sont Quasi menacées. Quatre espèces (2 %) sont Éteintes au niveau régional, à savoir *Agriocnemis exilis*, *Ceriagrion glabrum*, *Rhyothemis semihyalina* et *Phyllomacromia africana*. La catégorie Non applicable a été assignée à l'espèce migratrice *Pantala flavescens* largement répandue dans toutes les régions du monde intertropical et qui migre vers le nord avec la mousson. Cette espèce est rarement observée dans le bassin méditerranéen où elle ne se reproduit qu'occasionnellement. Le statut de conservation varie selon les familles et certaines semblent être plus vulnérables que d'autres. Par exemple, au sein de la famille des *Calopterygidae*, trois espèces sur sept sont menacées (43 %) ; au sein de la famille des *Coenagrionidae*, six espèces sur 35 sont menacées (17 %), deux autres sont Éteintes au niveau régional (6 %) et six sont Quasi menacées (17 %) ; au sein de la famille des *Gomphidae*, six espèces sur 21 sont menacées (29 %) ; au sein de la famille des *Cordulegastridae*, trois espèces sur huit sont menacées (38 %) et quatre sont Quasi menacées (49 %) ; enfin, au sein de la famille des *Macromiidae* qui compte deux espèces, l'une est Éteinte au niveau régional et l'autre est Vulnérable (Riservato, et al., 2009).

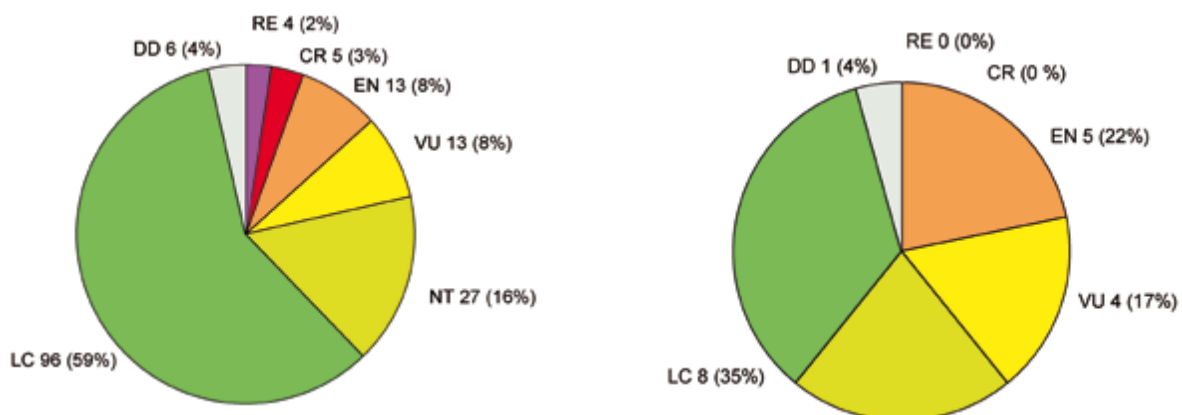
En ce qui concerne les espèces endémiques, les résultats sont inquiétants. En effet, sur les 23 espèces endémiques du bassin méditerranéen, seules huit sont dites de Préoccupation

mineure et neuf sont soit Vulnérables, soit En danger. Par ailleurs, plusieurs espèces sont très peu rencontrées dans le bassin méditerranéen. Bien que presque toutes soient classées dans la Catégorie Préoccupation mineure à l'échelle mondiale, leurs populations méditerranéennes sont parfois menacées. Par exemple, le statut d'espèces menacées a été attribué aux espèces boréales et aux espèces d'Europe centrale, ainsi qu'aux espèces alpines, telles que *Somatochlora alpestris*, *S. arctica*, *Aeshna caerulea*, *Aeshna subarctica elisabethae*, *Nehalennia speciosa*, *Sympecma paedisca*, et aux différentes espèces du genre *Leucorrhinia* présentes dans le bassin méditerranéen puisque, d'une part, leur répartition y est marginale et, d'autre part, elles sont très vulnérables au réchauffement climatique et au Catégories de l'UICN dessèchement des habitats de reproduction (Riservato, et al., 2009).

Tableau05 Résumé du statut de conservation de toutes les espèces de libellules du bassin méditerranéen.

Catégorie de l'UICN pour la liste rouge	N° d'espèce	N° d'espèce endémique
Éteint au niveau régional (RE)	4*	0
En danger critique d'extinction (CR)	5	0
En danger (EN)	13	5
Vulnérable (VU)	13	4
Quasi menacé (NT)	27	5
Préoccupation mineure (LC)	96	8
Données insuffisantes (DD)	6	1
Non applicable (NA)	1	0
Total	165	23

Figure 06: Résumé du statut de conservation des espèces de libellules endémiques du



bassin méditerranéen.

Catégories et leurs abréviations : RE - Éteint au niveau régional ; CR - En danger critique d'extinction ; EN - En danger ; VU - Vulnérable ; NT -Quasi menacé ; LC - Préoccupation mineure ; DD - Données insuffisantes et NA - Non applicable.

1.3.5.1 Espèces Éteintes au niveau régional

Quatre espèces, la plupart afrotropicales, sont Éteintes au niveau régional dans le bassin méditerranéen. *Agriocnemis exilis*, *Ceriagrion glabrum* et *Phyllomacromia africana* n'ont pas été observées dans la région depuis le début des années 1900. Dans le bassin méditerranéen, la répartition de ces espèces était uniquement limitée au delta du Nil et à la région du Caire. Or, aujourd'hui, ces deux zones sont extrêmement urbanisées, cultivées et polluées. L'espèce afrotropicale *Rhythemis semihyalina* a été observée pour la dernière fois en Algérie vers le milieu du XIXe siècle, puis a disparu du Levant au milieu du XXe siècle en raison de l'assèchement de l'ancien lac Hula en Palestine. (Riservato, et *al.*, 2009)



Figure 07 : *Ceriagrion glabrum* espèce Eteinte au niveau régional (Egypte) (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.5.2 Espèces menacées

Dans le bassin méditerranéen, 31 espèces (soit 19 % des espèces évaluées) sont menacées (classées dans les Catégories En danger critique d'extinction, En danger ou Vulnérable). Dix d'entre elles sont endémiques à la région et présentent un état de conservation préoccupant. Sur les 31 espèces menacées, 22 fréquentent uniquement les eaux courantes, tandis que les autres vivent principalement dans les eaux dormantes. Les 10 espèces endémiques menacées du bassin méditerranéen sont dépendantes des eaux courantes. Les espèces menacées affectionnant les milieux lotiques sont présentes dans toute la région.

Quant aux espèces dépendantes des eaux stagnantes, la plupart se divisent en deux groupes : certaines d'entre elles sont des espèces afrotropicales largement répandues qui sont rares en Afrique du Nord et menacées en raison de la dégradation des marécages et des lacs d'eau douce où elles ont survécu à l'aridification des bandes saharienne et sahélienne au cours de la seconde moitié de l'Holocène (*Agriocnemis sania*, *Urothemis edwardsii*, *Acisoma panorpoides ascalaphoides*, *Nesciothemis farinosa*) ; d'autres sont des espèces boréo-alpines ou présentes en Europe centrale (*Nehalennia speciosa*, *Sympecma paedisca*, *Leucorrhinia albifrons*, *Aeshna caerulea*, *Sympetrum depressiusculum*). Ces espèces, dont le nombre a fortement diminué suite à la destruction de l'habitat, sont d'autant plus menacées par le changement climatique. De la même manière, leurs habitats, tels que les étangs marécageux et les tourbières, sont menacés par le dessèchement. Le déclin de l'espèce *Sympetrum depressiusculum* est largement dû à l'évolution des pratiques en matière de gestion des zones de pêche et des rizières (Riservato, et *al.*, 2009).



Figure 08 : Le sympétrum à corps déprimé, *Sympetrum depressiusculum*

1.3.5.3 Espèces Quasi menacées

Dans le bassin méditerranéen 27 espèces (soit 16 % des espèces évaluées) sont classées dans la Catégorie Quasi menacé. Celles-ci ne sont pas encore considérées comme menacées, mais leurs populations connaissent généralement un déclin. Elles pourraient donc rejoindre, à l'avenir, la Catégorie des espèces menacées. (Riservato, et *al.*, 2009)



Figure 09: L'Agrion orné (*Coenagrion ornatum*) est une espèce Quasi menacée en raison de la destruction de son habitat. (Riservato, et al., 2009)

1.3.5.4 Espèces de la Catégorie Données insuffisantes

Six espèces (4 % des espèces évaluées) n'ont pas pu être évaluées en raison d'un manque d'informations concernant leur répartition antérieure et actuelle. Ces dernières ont donc été classées dans la Catégorie données insuffisantes. Seule une de ces espèces est présente en Europe. (Riservato, et al., 2009)

Dans la région méditerranéenne, l'aire de répartition de l'espèce *Epitheca bimaculata* se limite à la Slovénie, à la Croatie et à la France. Jadis, elle fréquentait également le nord de l'Italie. Cette espèce se caractérise par une période de vol courte et un comportement discret. C'est pourquoi elle échappe si facilement aux recensements. Des études sur le terrain doivent être menées en Italie et en Croatie au moment où l'espèce émerge afin de réévaluer son statut actuel dans la région méditerranéenne. *Lestes numidicus* est la seule espèce endémique à la Méditerranée pour laquelle nous disposons de données insuffisantes. Sa présence n'a été relevée qu'en Algérie. La découverte de ce taxon est relativement récente. Nous manquons donc d'informations relatives à sa présence éventuelle dans d'autres zones de la Méditerranée. Les quatre autres espèces ont une aire de répartition très localisée dans le bassin méditerranéen. Trois d'entre elles présentent des effectifs importants en Asie (*Ischnura intermedia*, *Paragomphus lineatus*, *Sympetrum vulgatum decoloratum*) et sont plus dispersées en Méditerranée orientale (elles se rencontrent principalement en Turquie).

Des travaux sur le terrain portant sur la répartition et l'habitat de ces espèces s'avèrent nécessaires. La quatrième espèce, *Orthetrum abbotti*, est répandue en Afrique tropicale (Riservato, et al., 2009).

En Méditerranée, elle a fait l'objet de deux observations (l'une en 1941 et l'autre en 2008), lesquelles ont souligné une aire de répartition très localisée aux abords de la mer Morte. Bien que cette espèce soit probablement relictive d'une ancienne période pluviale post-glaciaire, des études approfondies doivent être réalisées afin d'obtenir plus d'informations sur sa véritable répartition au Levant et en Arabie. (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.5.5 Espèces dites de Préoccupation mineure

Dans le bassin méditerranéen, 96 espèces (soit 58 % des espèces évaluées) ne semblent pas menacées à l'heure actuelle ou dans un avenir proche. Il s'agit principalement des espèces largement répandues, mais certaines d'entre elles occupent une aire de répartition restreinte dans la région. Deux d'entre elles, *Oxygastra curtisii* et *Ophiogomphus cecilia*, figurent dans la directive Habitats de l'Union Européenne (92/43/ CEE) ; l'aire de répartition de *Ophiogomphus cecilia* est limitée au sud-ouest de l'Europe. Aujourd'hui, ces espèces sont mieux connues et semblent être assez présentes dans le centre de leur aire de répartition (*Oxygastra curtisii*) ou ne connaissent aucun déclin de population (*Ophiogomphus cecilia*). Un grand nombre des espèces dites de Préoccupation mineure sont abondantes et répandues mais profiteront, à l'instar des espèces menacées, des mesures de gestion et de conservation de l'habitat. (Riservato, et *al.*, 2009)



Figure 10 : *Sympetrum pedemontanum* (Préoccupation mineure) (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.5.6 Espèces Non applicables

Pantala flavescens est la seule espèce de libellule classée dans la Catégorie Non applicable. Son aire de répartition est circumtropicale. Cette espèce migre vers le nord avec les fronts de la mousson et atteint rarement la Méditerranée. Néanmoins, une observation a révélé que l'espèce se reproduisait épisodiquement dans la région. (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.6 Diversité odonatologique du bassin méditerranéen

1.3.6.1 Richesse en espèce

La richesse en espèce d'odonate dépend de 03 facteurs :

2_Précipitation et température

1_l'altitude

3_diversité d'habitat

Le tropique humide et chaud correspond à une richesse d'espèce très remarquée, dont la diversité suit le schéma de la précipitation. (Riservato, et al., 2009)

Les régions de haute altitude ainsi que les zones montagneuses comme les Alpes, la Turquie, et le Maghreb possèdent une grande diversité d'espèce (ces régions restent intactes loin de tout type de pollution et action anthropique et possèdent une diversité d'habitat) . (Riservato, et al., 2009)

Les zones arides de faible précipitation situées dans la bande saharienne correspondent à une diversité moins importante.

Au niveau du bassin méditerranéen, les pays situés au centre possèdent diversité d'espèce très élevée en raison de sa situation intermédiaire propice à la présence des espèces Nord africaines au sud et alpine au Nord. (Riservato, et al., 2009)

Par ailleurs, les événements paléoclimatiques ont eu des répercussions sur la diversité des libellules. En effet, les anciennes périodes glaciaires ont participé au déclin de la diversité des espèces dans certaines parties de l'Europe et de l'Asie, et seul un nombre relativement faible d'espèces a pu coloniser ces zones au cours de l'Holocène. (Riservato, et al., 2009).

1.3.6.2 Répartition géographique des zones de diversité endémique

Le bassin méditerranéen présente un taux d'endémisme élevé dont 14% des espèces sont endémiques , Le Maghreb et le Levant comptent un nombre élevé d'espèces endémiques, tandis que le sud des Balkans, la Crète et la Méditerranée occidentale font état d'un taux d'endémisme faible (Riservato, et al., 2009).

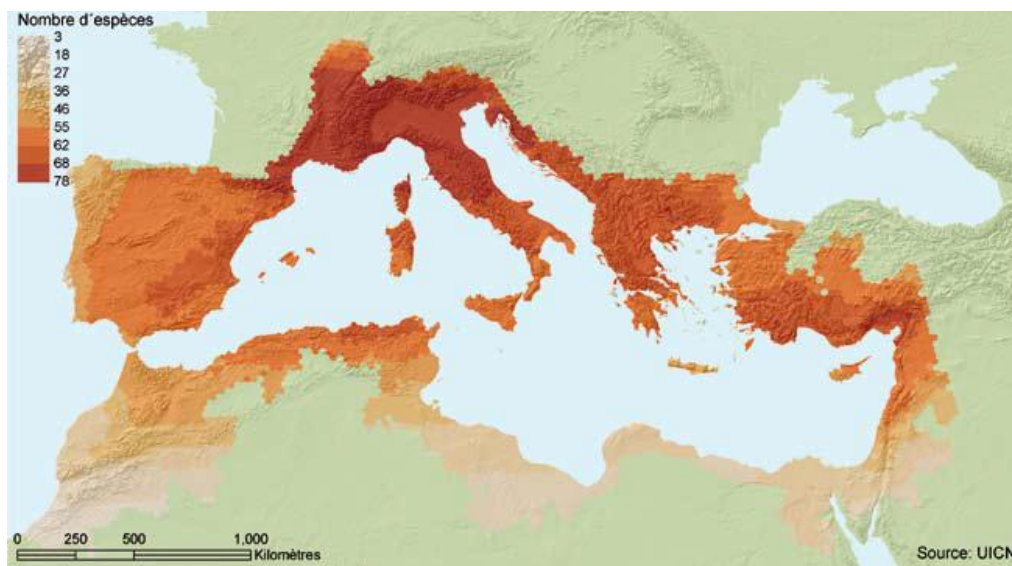


Figure 11 : Répartition géographique des zones de diversité des libellules dans le bassin méditerranéen. (Riservato, et *al.*, 2009)

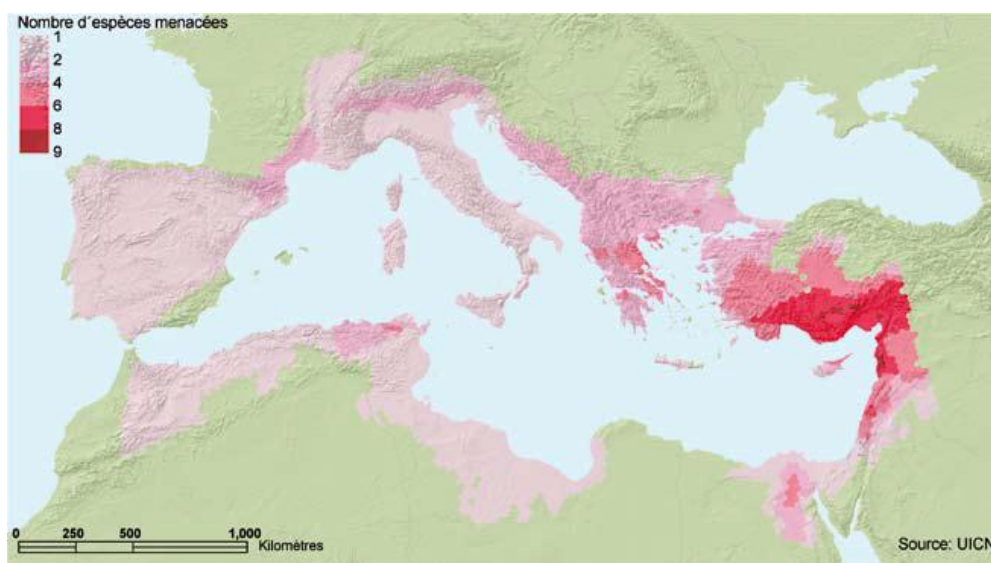


Figure 12 : Répartition géographique des zones de diversité endémique dans le bassin méditerranéen. (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.6.3 Répartition géographique des zones de diversité menacée

Les libellules menacées sont réparties sur l'ensemble de la région méditerranéenne. Quelques zones se caractérisent toutefois par de fortes concentrations d'espèces menacées

(voir Figure 8), à savoir le Levant, le sud de la Turquie, le sud des Balkans, le nord-est de l'Algérie (Numidie) et la partie septentrionale adjacente de la Tunisie. (Riservato, et al., 2009)

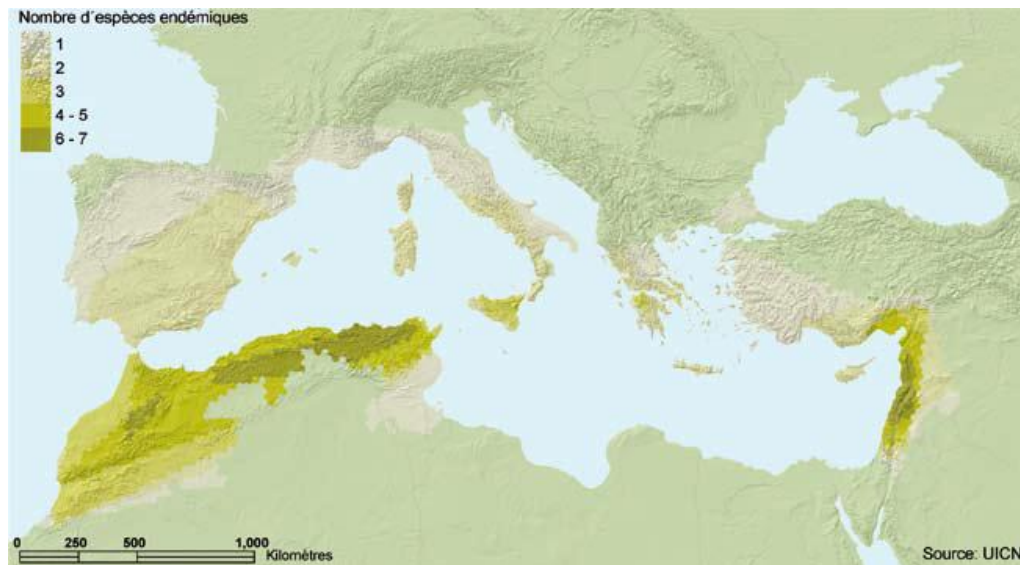


Figure13 : Répartition géographique des zones de diversité menacée dans le bassin méditerranéen (Riservato, et al., 2009).

1.3.7 Principale menace

Les libellules du bassin méditerranéen sont exposées à plusieurs facteurs qui menacent la survie et la reproduction de ces espèces.

Dans la première position c'est la perte et la dégradation des habitats des libellules ce qui provoque de gros dégât, À ce jour, 110 espèces de libellules, y compris 30 des 31 espèces menacées, font face à cette menace. L'autre cause d'importance majeure qui touche 97 espèces dont 30 sont menacées est la pollution des eaux.

Les catastrophes naturelles constituent l'une des causes principale de la régression des libellules, généralement la sécheresse et l'aridité qui affecte actuellement 75 espèces dont 26 sont menacées.

D'autre part, l'impact et l'ampleur de plusieurs de ces menaces pourraient être intensifiés par le réchauffement climatique qui est considéré, aujourd'hui, comme l'une des principales menaces actuelles et futures. Les espèces alpines et méditerranéennes qui sont confinées aux zones artificielles semi-désertiques sont les plus vulnérables aux changements à l'échelle planétaire. (Riservato, et al., 2009)

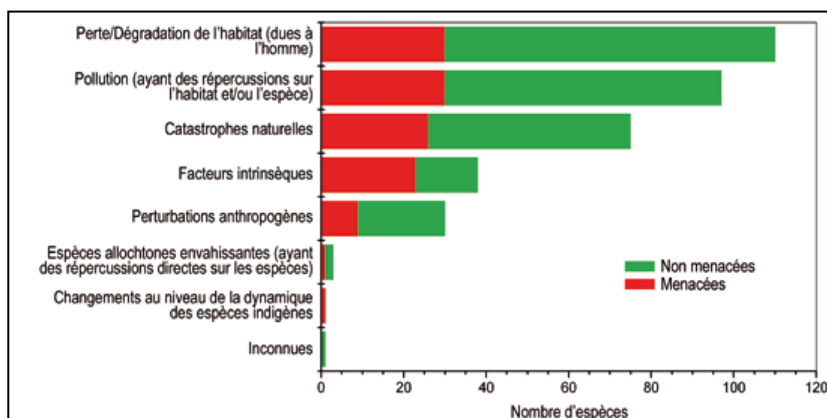


Figure 14 : Principales menaces auxquelles sont exposées, à l'heure actuelle, les libellules du bassin méditerranéen. (Riservato, et *al.*, 2009)

1.3.8 Odonate d'Algérie

L'Algérie est un pays dont la localisation géographique, la topographie, le climat et la superficie qui dépasse largement les deux millions Km^2 se combinent pour alimenter une faune très riche et diversifiée (Samraoui & Menäi, 1999).

1.3.8.1 Historique

Les Odonate de l'Algérie ont attiré l'intention de plusieurs entomologistes depuis les milieux du 19^{ème} siècle (Menäi, 1993), l'étude des odonates de l'Algérie a été débuter avec Lucas lors de l'« Exploration Scientifique de l'Algérie » (Selys-Longchamps, 1849), ensuite le suivie été avec Selys-Longchamps (1865, 1866, 1871, 1902) et autre entomologiste (Kolb, 1885 McLachlan, 1897; Martin, 1901, 1910 Morton, 1905).) Le tournant du siècle a coïncidé avec un regain d'intérêt, principalement sur les espèces du désert, après la pénétration française au Sahara (Le Roi, 1915 Kimmins 1934; Reymond, 1952; Nielson, 1956; Dumont, 1978); En conséquence, l'étude des odonates du Tell un peu tombé en disgrâce et aucun compte rendu exhaustif des odonates n'a été tenté depuis la synthèse importante de Le Roi (1915) (Samraoui & Menäi, 1999).

1.3.8.2 Existence et exigence

Les Odonates sont des insectes d'origine tropicale qui sont relativement intolérante à basse température (Pritchard et al, 1996; Corbet 1999).

En conséquence les espèces tempérées irrésistibles face à deux besoins écologiques: passer l'hiver dans un stade résistant au froid et limiter l'activité de reproduction à la saison chaude. (Samraoui, et al., 2000). En basse latitudes les espèces tempérées peuvent rencontrer des conditions climatiques similaires à celles trouvées dans les tropiques où les précipitations sont saisonnières, ce qui imposent deux contraintes sur les insectes aquatiques: le caractère éphémère (aquatique) de gîte larvaire qui est limité à la période humide et la chaleur desséchante de la période sèche, généralement l'été (Masaki, 1980).

Le climat de la Numidie est typiquement méditerranéen, caractérisé par une pluie légère et imprévisible saison froide entre Octobre et Mai, et une saison chaude et sèche supérieure à quatre mois (Juin à Septembre) (Samraoui & Corbet, 2000). 79 espèces de libellules ont été enregistrées en Algérie depuis 1849. Une enquête réalisé par (Samraoui & Menaï, 1999) sur les libellules de l'Algérie, pendant neuf ans a céder l'enregistrement de 53 espèces, et 10 autres espèces considérés être authentique, faisant un total de 63 Espèce de tout le pays, dont le but d'essayer de clarifier les statues de ces espèces supplémentaires et également fournir des informations sur la répartition actuelle et la situation actuelle de l'ensemble des espèces recensées (Samraoui & Menaï, 1999).

Les libellules de l'Algérie (63 espèces), se comparent favorablement avec un total de 55 espèces pour le Maroc et 49 espèces pour la Tunisie, les odonates de la faune tunisiennes, est semblable aux odonates de la frontière algéro-tunisienne, la plupart des libellules marocaines n'ont pas été aussi loin enregistré en Algérie. parmie tous les espèces enregistrées en Algérie les espèces saharienne sont limité à 8 espèces (Samraoui & Menaï, 1999).

Les espèces d'habitats semi aride peuvent être trouvés, à la fois, dans le désert et les zones humides côtières, la plus part des odonates (55 espèces) se trouvent dans le Tell, de nombreuses espèces étant encore limitées dans leur gamme de Numidie (Nord-est de l'Algérie). Cette région constitue un refuge pour plus de 80% des libellules de l'Algérie.

1.3.8.3 Etat de dégradation

Les libellules de l'Algérie peuvent semblent avoir été bien conservé, mais une tendance d'inquiétude est détectable. En effet, le taux de dégradation (causée par la pollution et le drainage) s'est accélérée au cours des vingtaines d'années précédentes, et les espèces lotiques ont été particulièrement vulnérables à la pollution des cours d'eau sont répandues dans le

pays, les mesures de conservation urgentes, vigoureuses et efficaces sont nécessaires pour sauver l'habitat des odonates au niveau de l'Algérie (Samraoui & Menai, 1999).

1.3.8.4 Phynologie

La connaissance des cycles phénologiques des odonates est nécessaire pour démêler les relations entre le calendrier des événements récurrents biologiques associés et des facteurs environnementaux (Tauber & Tauber 1976), ainsi que des liens fonctionnels entre la structure de la population et tendances des interactions entre les espèces (Lawton et al, 1980; Wissinger 1988). Parmi les principales contraintes physiques rencontrées par les espèces méditerranéennes, l'alternance de la saison humide et les saisons sèches est la plus importante (Samraoui & Corbet, 2000).

Le taux de développement des odonates tempérée est généralement contrôlé par les réponses à facteurs exogènes, à savoir: la température, la photopériode, la disponibilité des proies, la présence de l'eau libre, la densité de leurs congénères et les prédateurs (Corbet, 1999). Le répertoire de réponses possédées par des espèces différentes reflètent des stratégies qui ont évolué pour maintenir le cycle de vie dans la continuité face à des contraintes environnementales. D'autres facteurs favoriser l'évolution d'adaptations (Mayr & Ashlock 1991) peut être recherchée dans l'insularité relative du Maghreb, c'est que l'habitat des odonates est entouré par la mer et le désert, et dans le fait que, pour plusieurs espèces la région représente la limite sud de distribution.

En ce qui concerne leur mode de régulation saisonnière. Les Odonates tempérée se classifient en deux principaux types écologiques: «Espèce de printemps» qui passent l'hiver dernier, avant la levée de diapause au stade larvaire finale et par conséquent apparaissent généralement de façon synchrone au début du printemps et « espèces d'été » qui passent l'hiver dernier avant l'émergence dans un stade avant le dernier et par conséquent apparaissent généralement plus tard et avec moins synchronisation que les espèces de printemps (Corbet 1954). Les espèces estivales peuvent utilement être divisés en ceux qui exigent plus d'un an pour achever le développement, et ceux qui sont univoltin (Corbet, 1999). Vers les latitudes tempérées maximales et minimales, il apparaît que les différences phénologiques entre les espèces printanières et estivales sont moins marquées (Paulson & Jenner 1971; Norling 1971, 1984).

La séquence caractéristique chaud / froid de moyenne et haute latitudes tempérées devient progressivement supplantée dans le nord de l'Afrique par un climat qui dispose d'une saison des pluies d'Octobre à Mai et une saison sèche de Juin à Septembre. Cette séquence est cependant soumise à vicissitude en ce que le modèle des précipitations peut varier considérablement d'une année à l'autre (Seltzer, 1946).

1.3.8.5 Classification phénologique

Une étude effectuée par (Samraoui & Corbet, 2000) dans la Numidie, dans le nord Algérie, au cours d'une période allant de dix ans (1990-1999), traite l'état et la répartition des odonates de la Numides, résume les connaissances actuelles sur l'écologie saisonnière et identifie les domaines où les pistes de recherche prometteuses existent, Cycles annuels d'occurrence des adultes et de l'activité de reproduction sont utilisées pour déduire les cycles de vie, avec une référence particulière aux stratégies qui permettent aux espèces de combler l'été chaud et sec et de proposer une classification applicable phénologique (Samraoui & Corbet, 2000).

Cette étude effectuée sur la base de la durée de vol et l'activité reproductrice des adultes, aboutie à l'identification de six groupes principaux :(A) au début du printemps. (B) au printemps, (C) l'été et (D) et l'automne (E) une période prolongée, et (F) espèces observées à voler (et, par implication reproduire) tard (Samraoui & Corbet, 2000).

1.3.8.5.1 Groupe A.

Reproducteurs au début du printemps, en Mars et Avril dans le nord-Algérie (Samraoui & Corbet, 2000).dont les adultes entrent en estivation et hibernation sont alors le premier à reproduire au début du printemps. Le développement larvaire est rapide, et l'émergence aura lieu dans la fin du printemps ou début d'été, les odonates de ce groupe sont caractérisés par une maturation prolongée au cours de la période suivante.

Les espèces qui occupent des étendues d'eau temporaires ont une croissance larvaire rapide, de sorte que l'émergence précède généralement la disparition de l'eau libre.

Les espèces du groupe A peut s'attendre à exposer le plus simple type de développement (non réglementés) (Corbet, 1999), dans lequel la croissance est fonction

uniquement de la température et les contraintes exogènes tels que la disponibilité des proies et la présence de prédateurs, y compris leurs congénères (Samraoui & Corbet, 2000).

1.3.8.5.2 Groupe B

Reproducteurs de printemps, pondent dans des habitats permanents ou semi-permanents et présentent directement un développement embryonnaire après la ponte. D'après les observations en Europe, les œufs qui sont conservés dans le laboratoire (18 ± 2 °C) éclosent dans les deux semaines de ponte (Samraoui & Corbet, 2000).

1.3.8.5.3 Groupe C

Reproducteurs d'été, Les données préliminaires montrent que, dans la Numidie, les œufs de certaines espèces (Par exemple, *Lestes virens* et *Sympetrum v sangllineum*) après la ponte subissent une diapause embryonnaire. Ces données indiquent également que les œufs de ces deux espèces sont résistants à la sécheresse. D'autres espèces complètent leur développement avant d'hiver et passent la saison froide sous forme des embryons complètement formés (Samraoui & Corbet, 2000).

1.3.8.5.4 Groupe D

Les reproducteurs d'automne préfèrent comme habitats les mares temporaires qui contiennent de l'eau en automne ou en hiver. En Numidie, la régularisation saisonnière de *Aeshna mixta*, *Lestes cf. virens*, *Sympetrum meridionale* et *S. striolarum* est réalisée par des adultes immatures en se déplaçant à des refuges et des hautes terres pour subir une diapause préreproductrice pendant environ quatre mois avant la maturation et retournent vers les sites de plaine pour se reproduire (Samraoui et al, 1993). Dans le nord-tempéréées des latitudes, des œufs de *Aeshna mixta* éclosent au printemps, après la fin de l'hivernage en diapause, et la reproduction a lieu dans la fin et début de l'automne (Gardner, 1950; Schaller 1968); la température a une influence sur la durée du développement embryonnaire et le nombre et la durée des stades larvaires (Schaller & Mouze 1970). Les œufs recueillis en Novembre au moment de la ponte et maintenus à la température du laboratoire (16 ± 2 °C) éclosent après 39 jours, les larves ont environ 5-7 stades ont été recueillies sur le terrain en Février, ce qui suggère que l'éclosion avait eu lieu en Janvier (Cheriak 1993). la diapause embryonnaire est probablement complétée le plus rapidement à des températures intermédiaires environ 10 °C,

un répertoire de réponses enregistré pour ce groupe montre une capacité d'adaptation remarquable chez ces espèces. à la limite sud de leur zone biogéographique la diapause des espèces serait achevée le plus rapidement, permettant le développement des larves de commencer dès Janvier et l'émergence de suivre en Avril ou Mai, permettant aux adultes de quitter les sites de reproduction avant qu'ils deviennent sèche (Samraoui & Corbet, 2000).

1.3.8.5.5 Groupe E

Espèces avec un vol prolongé, la période de reproduction comprennent deux cycles par an se sont des espèces bivoltin à des latitudes similaires ou plus élevés certains espèces dans le groupe E sont généralement univoltin, même si l'activité reproductrice est continue du printemps à l'automne. Ou à la saison sèche, l'activité reproductrice semble être interrompue ou diminuée chez d'autres espèces. la saison de vol est plus long dans la partie sud de leur aire de répartition. Certaines espèces (par exemple *Anax imperator*, *A. Parthénope*), ou certains individus de ces espèces, présente une possibilité de se réfugier dans les hautes terres pour éviter la sécheresse de l'été, ceci est marqué comme un caractère de cycle de vie des espèces de groupe D. La sécheresse régulière de l'été pourrait être un inducteur puissant sélectif qui retarde la maturation des espèces résistantes à la sécheresse (les œufs ou les larves). Dans un passé récent, beaucoup des régions dans l'Afrique du Nord ont subi une sécheresse estivale persistante (Verschuren et al. 2000), une condition de régularisation de la période de reproduction survenant très tôt ou très tard, évitant ainsi le dessèchement du milieu ou fin d'été. L'émergence suivie de la reproduction est terminée au printemps, un développement larvaire rapide permet une seconde émergence avant que les habitats sont desséchés vers la fin de l'automne, ce qui donne une génération qui reproduit à la fin de l'été et au début de l'automne. Dans le sud-ouest Espagne, dans les rizières qui retiennent l'eau toute l'année, *S. fonscolombii* peut être trivoltin (Montes et Soler. 1982).

1.3.8.5.6 Groupe F

Groupe des espèces tardif, certains adultes au moins peuvent subir une maturation prolongée lorsque ses habitats sont réduits aux piscines résiduels. Ainsi, La coexistence des espèces tropicales et tempérées-centrées résidentes dans une seule région biogéographique offre des opportunités passionnantes pour identifier les genres de cycles de vie qui peuvent éclairer la transition d'un développement non réglementé à autre réglementé et, en particulier, celles qui peuvent montrer comment les cycles de vie appropriés pour une saison humide / sec

séquence évolué vers ceux qui sont adaptés à une séquence chaud / froid(Samraoui & Corbet, 2000).

Chapitre 4

Ressources hydriques de la wilaya de Tiaret

1.4 Ressources hydriques de la wilaya de Tiaret

1.4.1 Introduction

Tiaret constitue un vaste territoire de 2.005.005 ha, et d'une population de 839417 habitants d'après les résultats du dernier recensement RGPH 2008, et qui devrait passer à 1110192 habitants à l'horizon 2028.

En période normale la wilaya de Tiaret se caractérise par un climat continental à faible pluviométrie, reçoit 300 à 400 mm de pluie par an ; avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157 mm en hiver à 31 mm en été, caractérisé par deux périodes principales qui expriment le contraste important qui sévit durant l'année à savoir :

Un hiver rigoureux, accompagné souvent par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée est de 7,2°C.

Un été chaud et sec avec une température moyenne de 24°C.

Avec une telle variation de pluviométrie, la ressource en eau représente un enjeu déterminant pour le développement de la région.

1.4.2 Réseau hydrographique

Le territoire de la wilaya de Tiaret est couvert d'un réseau hydrographique fait d'un chevelu dense notamment dans sa partie nord où l'on assiste à une zone montagneuse qui s'étend du Djebel Nador jusqu'au versant sud de Frenda et comprenant d'importants massifs caractérisés par une altitude moyenne de 1000 mètres.

Une telle variété dans la nature du sol et dans la structure de son relief à caractère hétérogène fait de chaîne montagneuse au nord, de hautes plaines au centre, et d'espaces semi arides au sud a donné naissance à une variété d'oueds qui drainent le sous bassins versants.

La longueur du réseau hydrographique de la wilaya s'élève à 1.938 Km, dont 889 Km pour les oueds permanents et 1.049 km pour les oueds intermittents dont les principaux sont :

OUED TOUIL, OUED MINA, OUED EL ABED, NAHR OUASSEL



Figure 15 : Présentation des principaux Oueds et Barrages de la Wilaya de Tiaret (DRH, 2013)

1.4.3 Ressources souterraine

la ressource souterraine dont dispose le sous sol de la wilaya est beaucoup plus mobilisée, *de manière concentrée*, notamment depuis le développement ces dernières années du plan national de développement agricole (PNDA) qui a conduit à la multiplication d'un nombre important de forages pour l'irrigation et qui devra être comblé dans l'avenir par un développement de la mobilisation des eaux de surface et une forte restriction de l'irrigation à partir des eaux souterraines.

Les forages sont répartis presque sur toutes les communes de la wilaya, toute fois, certaines communes sont plus favorisées par la nature des forages et leurs répartitions géographique sur le sol. Certains forages sont destinés uniquement à l'irrigation, d'autres servent à la consommation en eau potable, et d'autres encore sont exploités pour l'industrie, ajouté à ça, d'autres forages sont réalisés par les agriculteurs pour se prémunir contre le rationnement en vigueur, ce qui donne lieu à une exploitation anarchique de l'eau souterraine et provoque naturellement un rabattement de la nappe.

Toutefois du point de vue quantité, (sachant que La qualité est généralement bonne, sauf ponctuellement sur quelques forages) et faute d'un suivi de toutes les nappes souterraines et de leur connaissance précise de leur fonctionnement hydrogéologique, les réelles potentialités et les évolutions en lien avec l'exploitation en cours sont restées immaîtrisables

et les chiffres annoncés présentent de grandes variations et ne permettent pas d'estimer le potentiel disponible pour chaque nappe d'une façon définitive.

Outre les forages, la réserve d'eau souterraine est exploitée par le nombre non négligeable de puits et de sources répartis au niveau de certaines communes et rentrent dans le cadre du renforcement de l'alimentation en eau potable de certaines localités.

Sur un total de 44.60hm³/an, comme ressources souterraines, on y recense les principales nappes suivantes:

- *-nappe Oued Abd.....07 hm³/an;
- *-nappe Oued Mina.....08 hm³/an;
- *-nappe Oued Thar.....01.4 hm³/an;
- *-nappe Oued Touil.....17 hm³/an;
- *-nappe Sersou.....07 hm³/an.

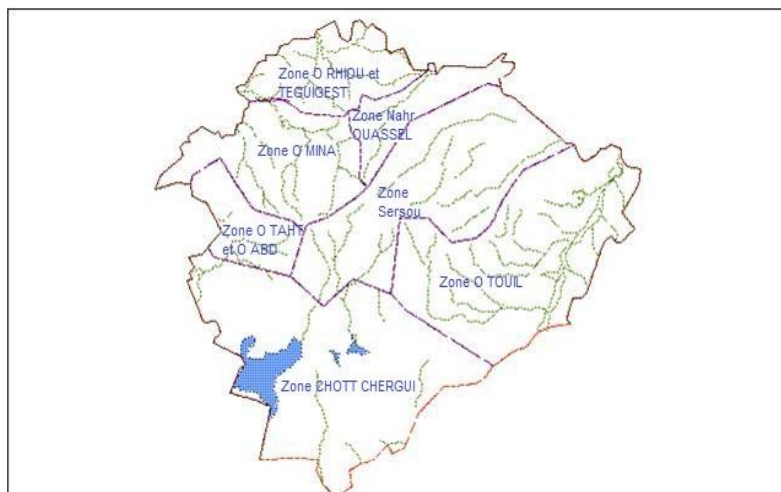


Figure 16 : Situation des nappes qui subdivisent la wilaya en sept zones. (DRH, 2013)

1.4.4 Eau superficielles

De nombreux projets de retenues sont en cours soit de réalisation soit en phase d'études, et à long terme un important volume régularisé, mobilisable par les barrages et retenues devrait être atteint, notamment avec les sites qui sont identifiés et qui sont favorables du point de vue bassin versant et topographie.

De même le recours à la mobilisation du ruissellement par de petits ouvrages de dérivation devrait représenter un potentiel non négligeable pour l'irrigation d'appoint.

La consommation de la ressource des eaux superficielles se partage essentiellement entre l'alimentation en eau potable et l'industrie sauf que le fort pourcentage est réservée à l'irrigation.

Du point de vue ressources superficielles, la capacité d'eau que dispose la wilaya est estimée à 100hm³, à l'origine des 1525hm³ que draine le Cheliff, emmagasinées avec les capacités respectives de 45, 42 et 13hm³ dans les trois barrages Bakhadda, Dahmouni, et Bougara.

Exceptés les deux premiers barrages Bakhadda et Dahmouni, puisque celui de Bougara est beaucoup plus affectée à la wilaya de Tissemsilt, aucun projet de ce type n'est prévu à l'heure actuelle, et les sites identifiés à travers le territoire de la Wilaya sont beaucoup plus du point de vue bassin versant favorables à la réalisation de retenues collinaires, et que les principaux affluents tels que Nahr Oussel et Oued Mina sont déjà mobilisés par les deux barrages pré- cités.

Tableau 06 : Barrages de la wilaya de Tiaret (Source ONA)

Dénomination du Barrage	BAKHADA	DAHMOUNI	Barrage Col Bougara
Localisation Du Barrage	Village de Bakhada Mechraa -Sfa	Commune de SEBAIN-Daira de Dahmouni	Commune de BOUGARA X= 403781.86- Y=3936192.251-Z(Altitude local)=818.226
Caractéristiques Du barrage (Capacité (m3) etautres)	Superficie : 320 ha au niveau normale . Longueur : 6 Km. Digue en terre avec noyau argileux . Hauteur : 42 m Volume : 41 hm ³ . Evacuateur de crues : de surface à bec de Canards	Superficie : 240 ha au niveau normale . Longueur : 4.6 Km. Digue en terre avec noyau argileux . Hauteur : 26 m Volume : 42 hm ³ . Evacuateur de crues : de surface.	Superficie : 320 ha au niveau normale . Longueur : 6 Km. Digue en terre avec noyau argileux . Hauteur : 42 m Volume : 41 hm ³ . Evacuateur de crues : bec de Canard double.
Etat Du Barrage	Moyen	Bon	Bon
Destination Du Barrage	A.E.P. (Rahouia-Mechraa- Sfa-Tiaret) et Zone industrielle Irrigation des plaines avales.	Irrigation des pleines de Sebain et Sid - Hosni	Irrigation de 1000ha(900ha dans la Wilaya de Tissemsilt et 100 ha dans la Wilaya de Tiaret.).
Date de Réalisation	1934-1959	1986	Mai 1991
Affluents	Oued Mina	Nahr Oussel Oued -Bouhekif	Nahr Oussel (Tiaret) et Oued Boukaala (Tissemsilt)

Synthèse bibliographique

Eventuels problèmes et inconvénients à signaler	Rien à signaler	Rien à signaler	*-Manque d'expropriation des terres à la cote PHE. *-Manque d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Tissemsilt sur Oued Boukaala. *-Protection du bassin versant. *-La qualité de l'eau de la retenue (salinité)
-------------------------------------------------	-----------------	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Les retenues déjà réalisées se trouvent à l'heure actuelle sans aucune protection vis-à-vis du problème de l'érosion et de l'envasement, les photos prises récemment comme échantillon, montrent l'absence totale de cette protection.

Les retenues déjà réalisées sont mentionnées sur le tableau 06 où sont indiquées les différentes caractéristiques de ses structures à savoir la commune de localisation, la capacité, la superficie du bassin versant, la superficie d'irrigation, la hauteur de digue ; Le tableau 07 indique les caractéristiques de celles qui sont en cours de réalisation tout en précisant le taux d'avancement des travaux à la date de la collecte des données, par contre sur le tableau sont enregistrés les différents sites qui sont identifiés comme potentiellement favorables.

Tableau 07 : Retenue collinaires réalisés à 100%

Retenues	Commune	Capacité Hm3	Superficie B.V (Km2)	Hauteur Digue (m)	Superficie Irriguée (Ha)	Obs
Oued TAHT	FRENDIA	0.8	42	16.00 m	140	Réalis. :100 % Non exploitée.
Oued MEKERNEZ	GUERTOUFA	0.26	14.40	11.80	26	Réalis. :100 % Non exploitée
Oued Bensaadoune	FAIDJA	1.40	78.50	17.00 m	140	Réalis. :100 % Exploitée
Oued BOUDJRANE	MELLAKOU	0.65	44.80	8.60	60	Réalis. :100 % Non exploitée
Oued SIDI SAID	Oued LILI	0.30	10.20	14.00		Réalis. :100 % Non exploitée
Oued FARDJA	FRENDIA	1.40	49.00	20.00		100 %
Oued TIGUIGUEST	SIDI HOSNI	0.60	83	12.00	65	
Oued MELH	SIDI HOSNI	0.168	65	12.00	80	
Oued M'RIJEL	MEDRISSA	0.168	16.5	13	12	

Tableau 08 : Retenue collinaire en cour de réalisation

Retenues	Communes	Capacité (Hm3)	Superficie B.V (Km2)	Hauteur Digue (m)	Superficie Irriguée (Ha)	Obs
Oued MERZOUGA	TAKHMARET	1.00	6 .80	10.00		85 %
Oued DAIDIA	GUERTOUFA	0.43	12.07	15.00		0 %
Oued BOZOU	SIDI ALI MELLEL	0.40	33 .40	13.00		80 %
Oued TAHAMAMINE	MEDROUSSA	1.40	144	16.00	170	80 %
Oued TALATA	MECHRAA SFA	0.27	28.51	10.00		Neant
Oued MENAOURA	RAHOUIA	0.25	15	13.00	15	95 %
Oued MEGROUNET	RECHAIGA	1.50	83	9.00	150	75 %

Tableau 09: Retenue collinaires étudiées et identifiées

Retenues	Communes
Oued SAADIA	SID HOSNI
Oued DOUIA	SID HOSNI
Oued N'GAIDIA	Oued LILI
Oued SMARA	Oued LILI,
Oued LILI	Oued LILI
Oued LEDHEM	RAHOUIA,
Oued MALHA	RAHOUIA
Oued MALHA	DJILLALI BEN AMAR
Oued TLILET	GUERTOUFA
Oued HAMMADOUCHE	MACHRAA-SFA
Oued TLETHA	MACHRAA-SFA
Oued SLANE	MACHRAA-SFA
Oued KEF BENHAIER	MACHRAA-SFA
Oued DEFLA	GUERTOUFA,
Oued TAFRAOUA	MEDRISSA

1.4.5 Réutilisation des eaux usées

Comme ressource complémentaire pour l'avenir, il y a :La réutilisation des eaux usées après traitement, mais, La situation actuelle de l'assainissement ne permet pas encore d'utiliser cette ressource qui pourrait servir pour les grands périmètres d'irrigation ; la problématique générale des eaux usées est qu'elles constituent une menace vis à vis des ressources conventionnelles en eaux superficielles et souterraines tout en offrant une potentialité en tant que ressource complémentaire pour l'agriculture et l'industrie. La valorisation agronomique de cette ressource suppose une prise en considération :

Du risque sanitaire microbiologique et chimique,

De la maîtrise de l'utilisation à la parcelle,

Du risque de contamination des ressources en eau superficielles et souterraines.

1.4.6 Eaux de dessalement

Suite aux périodes de sécheresse vécue par le pays, sécheresse qui a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulements des cours d'eau, le niveau de remplissage des barrages, et l'alimentation des nappes souterraines, entraînant des conséquences graves sur l'environnement et l'ensemble des activités socio-économiques et suite à l'insuffisance constatée des ressources conventionnelles en eau et tenant compte de l'explosion démographique et la croissance économique entraînant une demande en eau qui dépasse de très loin les ressources disponibles, les autorités algériennes ont décidé de chercher d'autres ressources non conventionnelles pour garantir l'alimentation en eau potable à la population. On note qu'à l'heure actuelle, dans la majorité des wilayas côtières du pays telles que : Tlemcen, Oran, Tipasa, Alger, Boumerdès, Skikda Tizi Ouzou, des unités de dessalement de l'eau de mer, rentrant dans le cadre du programme d'urgence lancé au début de l'année 2002, sont en phase de réalisation, et d'autres pour certaines villes sont déjà opérationnelles, avec pour Arzew seule, une station de dessalement d'une capacité de 90000 m³/j.

Autant que cette solution de dessalement revêt un caractère stratégique pour l'Algérie et ne dépend pas des aléas climatiques, elle offre une eau de qualité par le traitement de l'eau de mer selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Certes, la solution est onéreuse, soit en matière de réalisation, soit en matière de maintenance et suivi, mais pour pallier le manque d'eau et faire face aux besoins sans cesse grandissants, vu la croissance de la population, les décideurs algériens ont viré vers une politique de mobilisation des ressources en eau non conventionnelles basé sur le dessalement de l'eau de mer.

L'opération déjà lancée à travers certaines régions du pays peut être généralisée dans d'autres localités notamment où le manque d'eau potable se fait de plus en plus ressentir.

Etude expérimentale

Chapitre 1

Présentation de la zone d'étude

2 Etude expérimentale

2.1 Présentation de la zone d'étude

2.1.1 Cadre physique

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest du pays, son territoire couvre une superficie d'environ de 2.005.005 hectares. Se trouvant à plus de 300 kilomètres au sud ouest de la capitale, elle apparaît comme étant un centre de liaison entre plusieurs wilayat et constitue un relais entre les régions du N-W et celles du sud. Sur le plan géomorphologique et écologique, elle est caractérisée par quatre grandes zones. Il s'agit, de la zone collinaire et montagneuse du nord (zone **A**) qui coïncide en gros avec l'ensemble tellien avec la vallée de la Mina autour du barrage de Benkhada et les monts de Tiaret. Les massifs forestiers ou sub forestiers de Sdama et Elgada au SW constituent à leur tour la zone **B**. La bande étroite longeant la zone **A** vers l'est marque la transition le domaine steppique caractérise la zone **C**. La zone **D** correspond aux zones steppiques avec des sous espaces tels que : le massif du Nador; le secteur oued Soussalem, Rechaïga; la vallée d'oued Mina avec ses affluents; la zone des expérimentations d'aménagement de la steppe et la sous zone périphérique du Chott Chergui abritant le périmètre aménagé d'Ain Skhoua et les sebkhas (URBATIA, 2012).

Les limites géographiques de la wilaya de Tiaret sont :

- Au Nord et Nord-Est; la wilaya de Relizane; Tissemsilt et Médéa.
- A l'Est, la wilaya de Djelfa;
- Au l'Ouest, la wilaya de Saida, Mascara.
- Au Sud, la wilaya de Laghouet, El Bayadh.

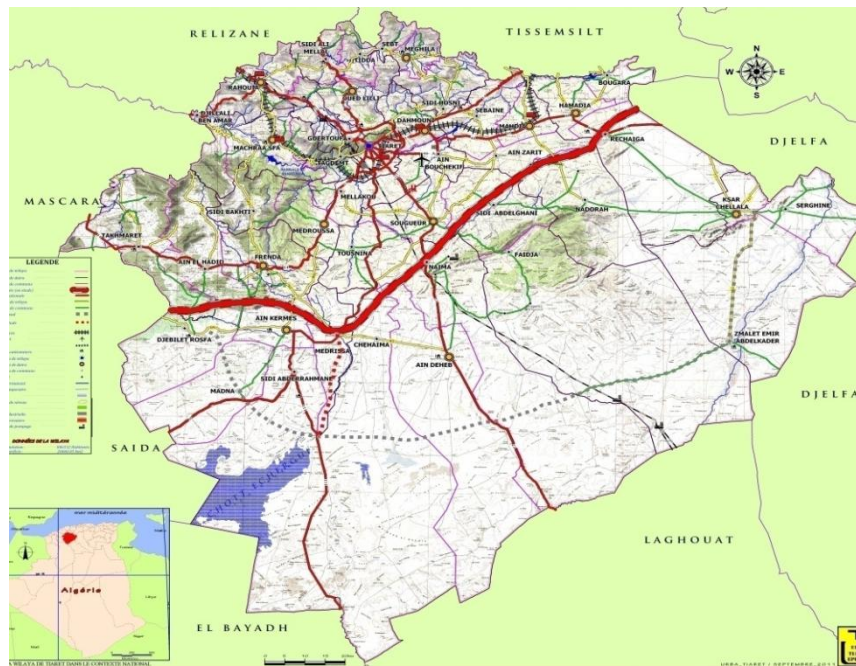


Figure17 : Localisation de la wilaya de Tiaret. (URBATIA, 2012)

2.1.2 Cadre géologique

Du point de vue géologique le territoire de la wilaya est subdivisé en deux domaines :

Le domaine tellien caractérisé par les formations qui correspondent aux placages Plio – Quaternaire abritant la zone du Sersou; le Miocène supérieur et moyen relatif à l'ensemble de Mechraa/Sfa Tagdempt et Djebel Guezoul; le Miocène inférieur s'étend de Tiaret à Dahmouni; l'Oligo - Miocène correspond aux de Tiaret et enfin, l'Eocène calcaire se trouve au nord ouest de la wilaya s'étalant de Rahouia à Djilali Ben Amar.

Le massif de Sdama repose essentiellement sur du calcaire de Jurassique supérieur recouvert de formations marno – calcaire et parfois gréseuse du Crétacé inférieur Sur cet ensemble cantonnent des formations arborescentes dégradées de la forêt de Sdama.

Le Jurassique supérieur forme de grands affleurements au nord de Tkhamret et Aïn Hedid; en contournant au nord le massif de Sdama ils atteignent le barrage Benkhada sur l'oued de Mina En fait, il s'agit de marnes et d'argiles à bancs de grés riches en faune.

Le Crétacé recouvert par le Sénonien de Melakou – Sougueur : c'est le crétacé de la Mina qui s'étend jusqu'au piémont du Nador vers l'est et au Sud de Tiaret vers le Nord et au Djebel Chebka vers le Chott Ech Chergui au Sud (URBATIA, 2012).

Le domaine pré- atlasique couvre particulièrement les zones steppiques.

D'une manière générale, la partie méridionale du territoire de la wilaya s'appuie sur les plis de l'Atlas saharien, d'où, elle est constituée de formations d'origine marine et continentale attribuées au Crétacé. Entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien s'enclavent des dépressions fermées (Chott Zahrez, Chott Chergui et des dayas), de formations souvent détritiques tertiaire et quaternaire qui reposent sur les séries du Secondaire (URBATIA, 2012).

2.1.3 Cadre climatique

Du point de vue climatique, La wilaya se caractérise en général par un climat de type méditerranéen contrasté avec une saison estivale alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide (URBATIA, 2012). Il s'agit cependant d'une forme particulière : des précipitations faibles présentant une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle; des régimes thermiques relativement contrastés de type continental.

La partie septentrionale de la Wilaya fait partie de l'étage bioclimatique semi aride à hiver froid. La partie méridionale correspondant aux zones steppiques, fait partie de l'aride qui est subdivisé en deux sous étages bioclimatiques aride supérieur (massif du Nador) et aride moyen à hiver frais sur le reste (URBATIA, 2012).

2.1.3.1 Température

Intervenant directement dans les processus biologiques et chimiques de la biosphère ainsi que dans l'activité humaine, la température représente l'un des facteurs essentiels du climat.

En effet une augmentation importante de la valeur des températures engendre une évaporation des oueds, et des cours d'eau qui constitue l'habitat naturel pour les odonates.

Tableau 10: Températures moyennes en C° correspond aux dix ans précédents (Tu Tiempo, 2013).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2003	5,5	5,8	10,6	12,4	17,0	25,6	28,7	27,0	21,2	16,6	10,4	6,2
2004	6,3	8,4	9,4	11,3	13,0	22,7	26,4	26,7	21,7	18,0	8,8	6,0
2005	3,1	3,2	10,3	12,6	20,5	23,7	27,8	25,6	19,8	17,2	15,0	5,5
2006	3,8	5,3	10,0	15,1	19,3	24,2	27,6	25,3	12,4	18,7	12,3	6,9
2007	6,7	8,8	7,9	11,2	16,1	22,0	27,4	26,2	22,1	15,0	8,9	5,8
2008	6,5	8,5	9,2	13,4	16,3	22,2	27,6	27,1	21,5	15,3	7,8	5,0
2009	5,5	6,0	9,9	9,4	17,9	23,9	28,7	26,2	19,2	16,3	11,7	8,9
2010	7,1	8,7	10,2	13,1	15,0	20,8	28,4	26,6	21,4	15,5	10,1	8,1
2011	6,6	5,7	9,3	14,5	17,4	22,1	26,5	27,9	22,7	15,9	10,3	6,2
2012	4,9	2,4	9,5	10,5	17,8	22,5	27,8	28,4	21,8	16,8	11,4	7,4

D'après les valeurs présentées par le tableau, nous remarquons que les températures atteignent leurs valeurs minimales au cours des mois de Janvier, Février et Décembre, et les valeurs maximales au cours des mois de Juin, Juillet et Août.

Des régimes thermiques relativement contrastés de type continental. Cette continentalité est traduite par des grandes amplitudes thermiques qui montrent l'importance de la chaleur estivale. (URBATIA, 2012)

La figure montre l'évolution mensuelle des températures minimales, moyenne et maximales enregistrées durant l'année 2012

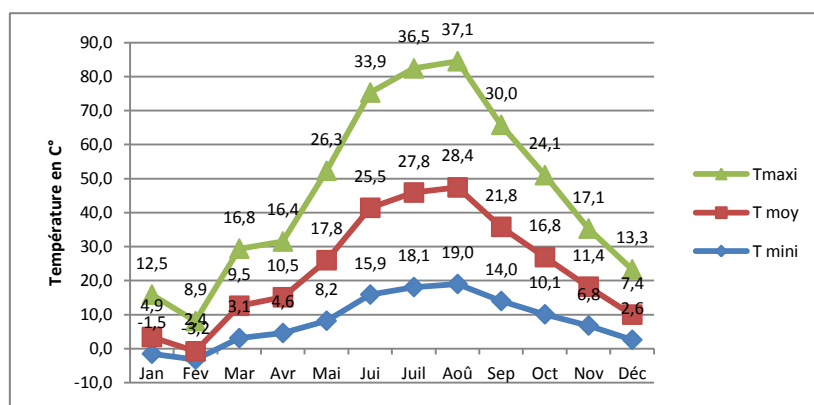


Figure 18 : Evolution des températures au cours de l'année 2012 (Tu Tiempo, 2013)

Selon le graphique la valeur la plus basse est enregistrée en mois de Février (-3,2), et la valeur la plus élevée en mois d'Août.

2.1.3.2 Pluviométrie

Du point de vue climatique, La wilaya se caractérise en général par un climat de type méditerranéen contrasté avec une saison estivale alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide. Il s'agit cependant d'une forme particulière : des précipitations faibles présentant une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle, la figure suivante montre le variabilité inter mensuelle des précipitations enregistrées au cours de l'année 2012.

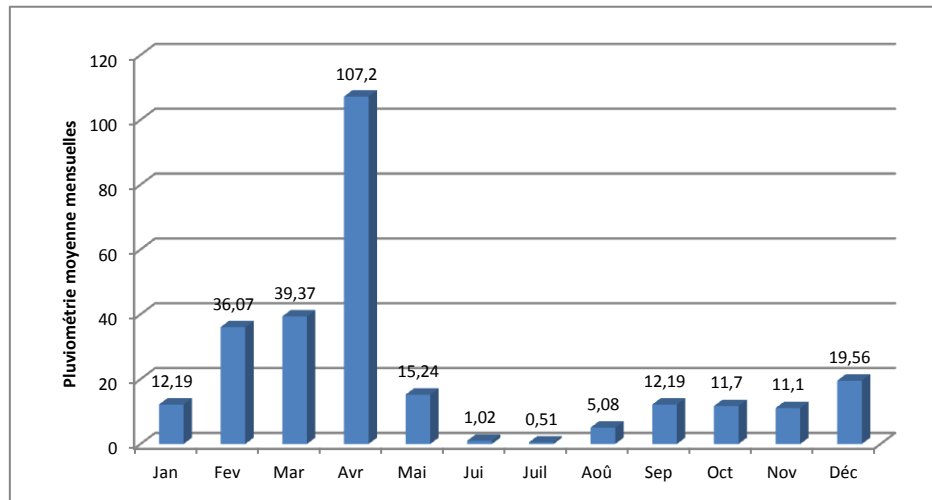


Figure 19: Pluviométrie moyenne mensuelle de la wilaya de Tiaret enregistrée pour l'année 2012 (Tu Tiempo, 2013)

2.1.3.3 Vent

Le vent possède un régime de déplacement variable en fonction de l'altitude, la pression atmosphérique et les saisons. C'est un facteur climatique qui entraîne des variations de températures et d'humidité, et exerce une action néfaste sur le comportement des insectes comme le cas des odonates, sachant qu'ils ne préfèrent pas la présence dans des régions où la vitesse des vents dépasse 20 Km/h.

Comme partout dans les régions arides, les vents ont joué et jouent encore un rôle primordial dans la formation des reliefs et des sols, dans les dégradations de la végétation et la destruction des sols (érosion éolienne). La direction, la fréquence et la vitesse sont très variables au cours de l'année. La vitesse moyenne annuelle est 5,8 m/seconde. Cependant, en hiver les vents dominants sont ceux du Sud, Sud – Ouest et Ouest; en été ce sont d'abord les

vents du Nord et ensuite du Nord- Ouest et l'Ouest et de Nord-Est. Généralement ils sont à l'origine des pluies.

Par contre ceux du Sud sont généralement secs et chauds et deviennent très compromettant (desséchant) surtout pour la céréaliculture. Ils font baisser le degré hygrométrique de 60% à 20%. Dans ces régions le siroco peut sévir pendant 15 jours.

Tableau 11: Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la wilaya de Tiaret durant la période (2003-2012).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2003	26,6	19,3	13,7	15,2	10,8	12,6	13,2	13,3	9,9	16,7	15,7	19,1
2004	12,5	14,6	23,38	16	14,9	9,9	9,6	11,8	11	13,3	11,3	15,6
2005	8,5	12,8	11,1	14,8	15,4	13,4	13,7	12,7	10,5	10,7	8,1	11,7
2006	12,4	15	16,2	11,3	10,4	12,9	8,6	8,6	10,3	7,7	12,3	10,5
2007	5,2	12	13,3	12,8	12,2	12,1	11,4	12,2	10,4		11,7	9,7
2008	9,7	10,8	17,4	13,5	16,3	11,3	14,9	13,2	14,9	33,9	36,7	20,1
2009	21,7	14,9	16,9	9,4	14,9	13,1	12,8	11,8	9,9	10,1	17,3	23,1
2010	24,9	23,8	32,3	11,8	13,5	12,9	8,3	8,1	9,8	13,3	17,2	18,2
2011	11,7	15,9	13,6	11,1	10,8	9,3	12,5	11,7	10,4	9,8	15,8	12,2
2012	11,6	14,5	12,8	20,2	9,7	11,9	12,7	10,8	11,7	17,3	16,6	14,1

2.1.3.4 Diagramme ombrothermique

L'apparition de la période sèche s'effectue lorsque $p = 2T$

P : précipitation (mm)

T : température (°C)

On trace sur le même graphique, deux courbes, l'une pluviométrique et l'autre thermométrique, correspondant à une même période.les précipitations sont portées en ordonnées selon une échelle double de celle des températures.

On parle de la sécheresse lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en $P=2T$.

Le diagramme ombrothermique, nous permet de distinguer les différentes périodes climatiques au cours d'une année (Ozenda, 1982).

Gausсен et Bagnouls considèrent que la saison sèche représente pour de nombreux pays la période critique de végétation, et par conséquent le facteur écologique principal d'après la loi des facteurs limitant (Ozenda, 1982).

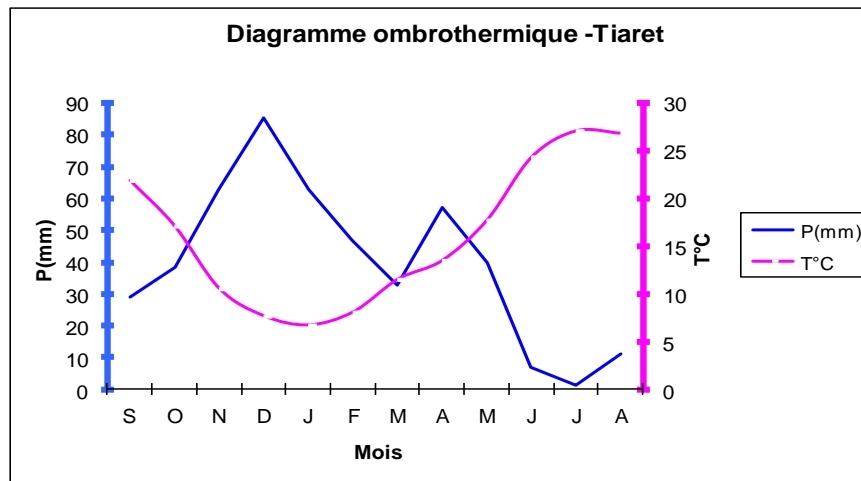


Figure 20: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tiaret.

Selon les données et le diagramme ombrothermique précédent la wilaya de Tiaret est caractérisé par une période humide courte débute avec le mois de Janvier et se termine avec la fin du mois d'Avril (4 mois) et une période sèche longue s'étalant du moi de Mai au mois de Décembre (8 mois).

2.1.4 Choix des sites d'échantillonnages

Considérant que les biotopes humides échantillonnés sont principalement des cours d'eau, des Oueds et des retenues d'eau, le choix des sites d'échantillonnages été réalisé de façon à représenter les différentes unités fonctionnelles du réseau hydrographique de la willaya de Tiaret, en respectant le plan du réseau hydrographique, l'accessibilité aux endroits d'échantillonnage et la diversité des caractéristique de chaque site.

2.1.5 Sites d'échantillonnage

Chaque site fait l'objet d'une fiche technique descriptive comprenant les informations suivantes :

Le nom du site

La date

La localisation géographique (coordonnées géographiques en degrés Greenwich)

Commune et code

L'altitude en mètres

Un texte descriptif de chaque station comprend les informations suivantes (le cas échéant) :

La taille (diamètre ou longueur et largeur) et la profondeur de l'eau lorsque celle-ci a pu être déterminée.

Le type d'alimentation en eau.

Ecoulement et vitesse du courant

Le tableau suivant présente les 11 stations échantillonnées

Tableau 12: Présentation des stations échantillonnées.

2.1.5.1 Station 01 Seb I

Ce site est localiser dans la même zone de sources, la surface couverte d'eau est très vaste et discontinue avec une profondeur qui ne dépasse pas les 15cm, la longueur du site est de 90 m et la largeur varie entre 1 à 5m.

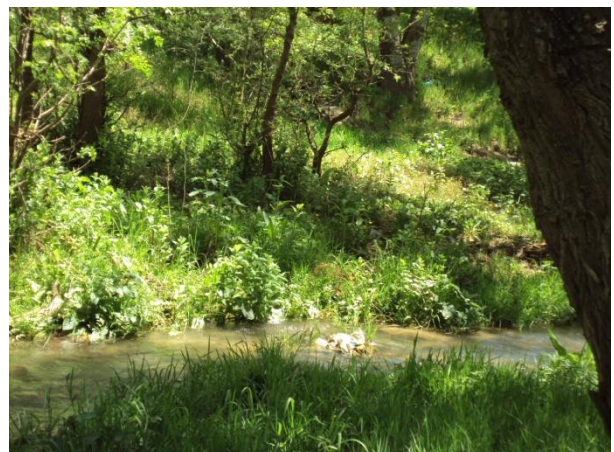
La deuxième visite sur ce site montre une baisse de la quantité d'eau et une prolifération des algues.

Figure 21 : Station 01 Sebaïne I (cliché Senouci H)



2.1.5.2 Station 02 Seb II

Il s'agit ici d'une extension d'une ravine, qui se situe dans une zone de source bordée aux



ligneux, ombragée, avec la présence de quelques végétaux herbacée.

La longueur de cette ravine dépasse les 50 m avec une largeur de 1 à 2 m et une profondeur moyenne de 15 cm. Une baisse de la quantité d'eau est remarquée au cours de la deuxième visite sur ce site.

Figure 22 : Station de Sebaine II(cliché Senouci H).

2.1.5.3 Station 03 Dah I

Non loin du site précédent, dont la surface occupée est plus petite, la végétation plus fréquente, la longueur du lit est de 60m sur une largeur de 10 m et une profondeur de 10 à 60 m, le substrat formé d'argile, on note la présence des lichens sur les roches qui entourent le lit.



Figure 23 : La station de Dahmouni I(cliché Senouci H).

2.1.5.4 Station 04 DahII

Un cours d'eau artificiel résultant des rejets des eaux du barrage Dahmouni, Situé sur une pente légère, les eaux sont stagnantes. La couleur des eaux un peu sombre nous donne une information préalable sur la qualité générale de ce lit ainsi que l'absence des odonates.



Figure 24: La station de Dahmouni II (cliché Senouci H).

2.1.5.5 Station 05 Tous

Ce site est localisé dans une zone de sources en Haute altitude, le ruisseau mesure plus de 200 m



de longueur sur 1 à 3 m de largeur, dont la profondeur ne dépasse les 30 cm, le substrat est constitué de sable grossier.

Figure 25: Station de Tousnina (cliché Senouci H).

2.1.5.6 Station 06 Siou

Cette zone constitue une extension de la vallée d'El Mina sous un vieux pont routier, la végétation basse et arbustive est très remarquable l'endroit se caractérise par un courant relativement lent et une profondeur d'eau n'excédant pas 1m le jour de la visite. Quelques cultures ont été notées autour de ce site,



Figure 26: Station de Sidi Ouadah (cliché Senouci H).

2.1.5.7 Station 07 SiH I

Un retenue d'eau sous forme d'un petit barrage destiné à l'irrigation, la présence des moustiques est très remarquable, la végétation est basse et en broussaille. L'eau est stagnante.



Figure 27: La première station de Sidi Hosni (cliché Senouci H).

2.1.5.8 Station 08 SiHII

Il s'agit ici d'une zone d'extension d'une ravine, située non loin de la route, la végétation est basse et l'eau coule d'une vitesse de 1m/ 3s. Le



substrat se compose par des cailloux, la profondeur est estimer de 30 cm.

Figure 28 : La deuxième station de Sidi Hosni (cliché Senouci H).

2.1.5.9 Station 09 Ouli

Une zone d'élargissement à courant moyen à fort qui mobilise les particules de sable et donne une couleur pale aux eaux, le lit est peu profonde et parsemé de blocs rocheux dont le substrat est constitué de sable.

La végétation est ligneuse parsemée des arbres de pain d'Alep et arbuste de laurier rose, nous n'avons observé aucune libellule sur le site.



Figure 29: Station d' Oued Lili (cliché Senouci H).

2.1.5.10 Station 10 Msfa I (Guelte kout)

Un cours d'eau circulaire d'un diamètre de 10 m, précédé par une petite cascade entouré de roches, la végétation caractéristique de ce site est arborescente avec la présence très remarqué de laurier rose, le substrat constitue un mélange de sable et cailloux, on note la présence des algues sur les bordures ou la profondeur est très faible.



Figure 30: La station de Machraa sfa (cliché Senouci H).

2.1.5.11 Station 11 BRA

Retenue d'eau artificiel destiné à l'irrigation des terres agricoles sous forme d'un petit barrage entouré d'une végétation basse en forme de



broussaille, la profondeur des eaux est de 9m au centre .

Figure 31 : Station de barrage Ras Alaine (cliché Senouci H).

La carte suivante représenté par la figure 32 montre la localisation des 11 stations étudiées

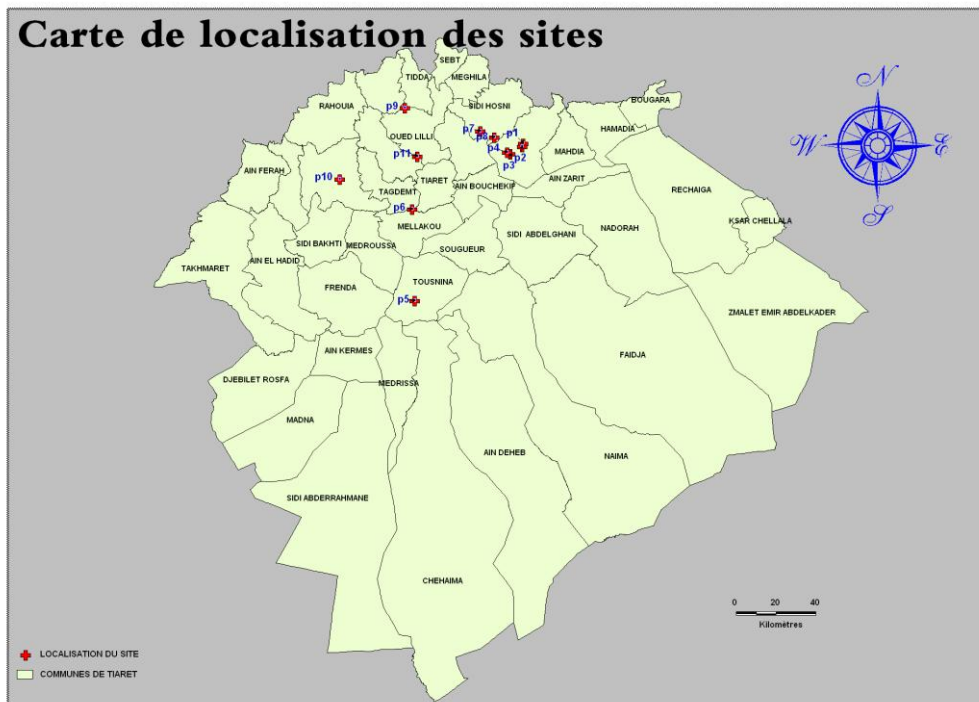


Figure 32 : la localisation des stations étudiées.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| P1: Sebaïne I | P7: Sidi Hosni I |
| P2: Sebaïne II | P8: Sidi Hosni II |
| P3: Dahmouni I | P9: Oued Lili |
| P4: Dahmouni II | P10: Mashraa sfa |
| P5: Tousnina | P11: BRA |
| P6: Sidi Ouadah | |

2.1.5.12 Ecoulement et vitesse du courant

Les écoulements de surface représente un facteur écologique essentiel qui agit sur la composition, la structure des biocénoses aquatiques et il exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés.

L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau.

Dans notre étude, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station.

Les mesures de vitesse sont effectuées en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue. Le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse d'écoulement d'eau (Houchine, 2011).

Les vitesses sont classées selon l'échelle de BERG :

Vitesse très lente : inférieur à 0,1 m/s ;

Vitesse lente : 0,1 à 0,25 m/s ;

Vitesse moyenne : 0,25 à 0,50 m/s ;

Vitesse rapide : 0,50 à 1m/s ;

Vitesse très rapide : supérieur à 1 m/s

Tableau 13 : Vitesse d'écoulement d'eau dans les 11 Stations étudiées.

Chapitre 2

Méthodologie adoptée

2.2 Méthodologie adoptée

La collecte des informations s'est faite selon deux axes principaux : le recueil des informations disponibles (analyse des données bibliographiques, analyses des collections privées actuelles), et l'enquête auprès du réseau naturalistes.

Le recueil des données de terrain a été effectué en deux étapes l'échantillonnage des odonates qui constitue le facteur biotique et le prélèvement des échantillons d'eau sur les mêmes sites qui constitue le facteur abiotique.

2.2.1 Choix des odonates modèle

Les Odonates présentent deux particularités : la nécessité vitale de disposer à la fois d'un habitat terrestre et d'un habitat aquatique et le fait qu'il s'agit d'insectes particulièrement mobiles (notamment les Anisoptères) que l'on peut observer n'importe où. Aussi, la présence de l'habitat larvaire dans le site de suivi est fondamentale, comme le fait de s'assurer en préalable du caractère autochtone de l'espèce et de la stabilité de la population dans l'habitat suivi, préalablement inventorié (sur trois années au minimum). Les caractéristiques de ce dernier devront faire l'objet d'un descriptif dont la nature reste à définir précisément dans la mesure où l'objectif principal est le suivi d'espèces mais aussi bien sûr de l'habitat (Dommanget, et *al.*, 2008).

Les libellules font partie des rares insectes que tout le monde est capable de reconnaître. Au plan naturaliste, les libellules - ou odonates - forment un groupe particulièrement attractif, leur systématique est relativement bien établie et l'identification spécifique s'appuie sur des critères facilement observables. Actives en journée, peu farouches, souvent vivement colorées, elles développent des comportements passionnants lorsqu'il s'agit de défendre leur territoire ou de se reproduire. De plus, leur étude ne nécessite qu'un matériel très limité et peu coûteux. Enfin, plusieurs guides permettent l'identification sur le terrain après capture temporaire sans qu'il soit nécessaire de sacrifier le moindre individu (Jourde, 2005).

Pour l'étude de l'évolution temporelle des milieux aquatiques, les libellules ou odonates constituent l'un des groupes les plus intéressants.

Sur le plan spécifique, ces insectes prédateurs, liés indissolublement aux zones humides, présentent diverses particularités qui en font un sujet d'étude privilégié :

Sur le plan général : l'origine, la morphologie, l'éthologie (comportement territorial par exemple), les chaînes trophiques Le faible nombre d'espèces, et le fait qu'elles soient aisément identifiables sur le terrain (imagos), constituent un avantage non négligeable des libellules par rapport aux autres groupes d'insectes (Dommanget, 1989).

Les libellules se révèlent être d'excellents outils pour la conservation des milieux d'eau douce car :

Elles permettent de dresser un premier aperçu de la qualité et de la structure des habitats aquatiques, bien qu'elles ne soient pas les indicateurs les plus efficaces et qu'elles ne permettent pas de déterminer des indices biotiques ;

Leur répartition peut être cartographiée avec l'aide de bénévoles, ce qui facilite l'accès à une quantité d'informations sans précédent ;

Elles figurent parmi les insectes les plus populaires et charismatiques, ce qui, d'une part, en font des ambassadrices influentes pour la conservation des milieux d'eau douce et, d'autre part, permet de sensibiliser davantage les non-spécialistes (Riservato, et *al.*, 2009).

Comparativement à d'autres groupes d'insectes, les odonates comptabilisent un faible nombre d'espèce (le nombre d'espèces de coléoptères est supérieur à 9000).

Elles présentent des tailles relativement importantes et des couleurs attractives.

La libellule peut être utilisée comme « ambassadrice des milieux aquatiques » pour animer et sensibiliser au respect et à la protection des invertébrés, des milieux humides et de la nature en général.

2.2.2 Matériels

-Filet à papillon

Le filet à papillons se compose d'un manche, télescopique de 1 à 2 m environ à l'extrémité duquel se fixe un cercle métallique de 30 à 50 cm de diamètre pourvu d'une poche

en nylon, en polyester ou en gaze plus ou moins longue et de couleur variée (blanche, verte, noire...).

-Papillotes pour la récolte des Imagos

Les papillotes sont confectionnées avec du papier pelure ou avec la cellophane. On peut utiliser également des boîtes de pétrie.

Pinces entomologiques souples

Les pinces entomologiques sont utilisées au cours de l'identification et la conservation dans l'orientation des différentes parties de l'insecte pour ne pas l'endommager.

-Appareil photos numérique

Un appareil photo numérique, adapté à la prise de vue rapprochée, est fortement recommandé, ainsi la prise des photos aide à identifier les espèces qui sont difficiles à capturer.

-Carnet de terrain

Le carnet de terrain est nécessaire pour noter toutes les informations relatives à l'échantillonnage. Il faut toujours s'assurer que les informations consignées sont correctement reliées aux spécimens collectés correspondants. Noter toute information pertinente concernant l'habitat (masse d'eau, plantes dominantes), comportement reproducteur. Les dénombrements sont rigoureusement reportés dans le cahier de terrain ainsi que toutes les observations relatives aux espèces et aux biotopes.

-Fiche technique pré-imprimée

Pour motiver les coordonnées propres à chaque site d'une façon organisée.

2.2.3 Protocole expérimental

Notre travail débute par une petite étude sur le réseau hydrographique de la wilaya, et une enquête sur l'existence et les sites de localisation des odonates ceci constitue la partie théorique de notre travail. Une fois les sites d'échantillonnage sont localisés nous avons commencé la récolte des odonates. Durant l'année 2013 et selon les conditions climatiques

11 stations (biotope humide) ont été visitées et étudiées dans deux axes distincts dans le cadre de faire une corrélation entre le facteur biotique odonate et le facteur abiotique nature et qualité des eaux.

2.2.4 Protocole d'échantillonnage

Les odonates adultes sont échantillonnés par une stratégie reposant sur l'observation directe des individus dans des secteurs situés le long des rives des plans d'eau, selon la méthode présentée par (Oertli, et *al.*, 2000) et appliquée par (Gordeau, et *al.*, 1999) et (Oertli, 1994).

- L'étude porte exclusivement sur les stades adultes (matures et immatures) des Odonates.

Les relevés devront dans la mesure de possible être réalisés dans des conditions météorologiques optimales. À chaque passage, un relevé météorologique devra être effectué. Les conditions optimales sont indiquées en jaune dans le tableau suivant (Baeta & Sansault, 2011-2015).

Tableau 14: Les conditions météorologiques favorables pour la présence des odonates (Baeta & Sansault, 2011-2015).

		Température			
		<17°C	17°C-25°C	>25°C	>30°C
Nébulosité	>75%	non	oui	oui	oui
	<75%	oui	oui	oui	oui
pluie		non	non	non	non
Force du vent	> 5 Beaufort	non	non	non	non

Les libellules sont pour la plupart des insectes un peu farouches. Il convient donc d'adapter sa tenue vestimentaire en évitant les couleurs trop claires ou trop tranchantes vis-à-vis du paysage, car ils rendent trop perceptibles les mouvements de l'observateur. La prospection des zones humides nécessite une paire de bottes, voire des cuissardes dans certains cas. Outre la tenue vestimentaire adaptée, l'observation des libellules requiert un minimum de matériel.

Pour capturer les libellules, nous avons utilisé des filets entomologiques de 30 à 40 cm de diamètre muni d'un manche télescopique pouvant atteindre 2 mètres de longueur.

Les Odonates sont échantillonnés selon une stratégie standardisée reposant sur l'observation.

L'étude porte exclusivement sur les stades adultes des Odonates volant sur et autour des étangs durant une période de trois mois Avril-Mai-Juin uniquement par temps ensoleillé (t° entre 20 et 30 $^{\circ}$), généralement la période la plus propice au suivi dans la journée, est située entre 10 et 14 heures (FRAPNA, 2009), un échantillonnage réalisé entre 11h30 et 16h permet d'observer environ 90% des espèces présentes (Rohming, 2000).



Figure 33 : Piégeage des odonates par l'utilisation du filet. (clichée Senouci H)

Les recherches et les observations des individus ont été réalisées par reconnaissance directe (soit à l'œil nu, soit aux jumelles). Pour la détermination de certaines espèces, la capture au filet à papillons est nécessaire (individus relâchés sur place après détermination). .

Les visites ont été réalisées sur trois mois, de mai à juin, à raison d'un minimum une visite par mois, ce qui devait permettre l'observation de l'ensemble des espèces de libellules (des espèces précoces aux espèces tardives (Barre, et al., 2007)).

Tout imago observé à une distance égale ou inférieure à 2,5 m de l'observateur est identifié et noté, tous les imagos volant à une distance de 2,5 m de part et d'autre de la lisière eau/berge sont identifiés et notés, tous les imagos volant au-dessus ainsi que sur 1 m de berge des deux côtés sont identifiés et notés (FRAPNA, 2009).

Cette méthode permet de recenser les principales espèces présentes sur ces milieux aquatiques, ce qui répond à l'objectif de notre étude. Elle ne permet toutefois pas d'obtenir un inventaire exhaustif.

Outre l'échantillonnage odonatologique, des données sur les paramètres abiotique et biotique pour chaque site ont été recueillies pour caractériser les milieux prospectés ; les paramètres principalement examinés sont les suivants :

Régime hydrologique (eau permanente ou temporaire, et débit).

Paramètre physico-chimiques.

Structure et répartition de la végétation.

Coordonnées GPS.

Altitude.

Longueur et largeur du lit lorsque la mesure est possible.

2.2.5 Limite de la démarche

La première des limites rencontrées dans cette étude concerne la difficulté à contacter certaines espèces (*Zygopterae* principalement), au cycle biologique court ou erratiques.

Les conditions météorologiques rigoureuses de ce printemps tardif, limitant là encore la probabilité de contacter les espèces les moins robustes.

Des contraintes dues au terrain nous ont imposé d'ignorer certains lieux de prélèvement.

Les sites densément boisés n'ont pu être inventoriés, faute d'être accessibles. Les grands oueds sont des milieux difficiles à prospecter, et ce pour plusieurs raisons :

_ *La taille.* Il faudrait en effet prospecter plusieurs dizaines de kilomètres de rives pour avoir une meilleure idée des peuplements. Cela n'a pas pu être réalisé, faute de temps.

_ *L'accessibilité.* Si elles sont praticables à certains endroits sont le plus souvent trop profondes pour que le prospecteur puisse en suivre le cours à pied. De plus, la présence d'une végétation "agressive" (ronces, orties, chardons,...) et/ou trop dense, qui restreint l'accès à l'eau. En cachant le lit, elle empêche également tout inventaire visuel.

_ *Le comportement de chasse.* Les Anisoptères peuvent en effet voler à une hauteur qui empêche la capture et l'identification à vue.

2.2.6 Analyse physico-chimique

Des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau des sites d'échantillonnage, les sites de prélèvement ont été choisis de sorte qu'ils soient représentatifs de la palette des milieux aquatique.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être représentatif, homogène et obtenue sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Rodier, et *al.*, 2009). Le volume nécessaire pour une analyse complète d'eau peut varier de 2 à 5 litres, pour notre cas une quantité d'un litre pour chaque échantillon était largement suffisante, et dans le but d'éviter tout type de perturbation des paramètres physico-chimique, nous avons utilisé des flacons stérilisés jetables en plastiques transporté en tenant compte des conditions de conservation des échantillons (à l'obscurité dans des emballages isothermes, la période de conservation ne dépasse généralement les 24 h).

Les analyses d'eau ont été réalisées en laboratoire de la STEP (Station d'épuration des eaux usées de Tiaret) selon des méthodes normalisées ou validées.

2.2.6.1 Paramètres physico-chimiques

Le pH, la température, l'oxygène dissous, l'oxydo-réduction, la résistance, la salinité, le TDS et la conductivité ont été mesurés par les méthodes électrométriques à l'aide du matériel WTW qui donne des résultats immédiats.

La DBO ou demande biochimique en oxygène est définie comme la quantité d'oxygène consommé dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après l'incubation durant 5 jours à 20°C et dans les conditions de l'obscurité.

La méthode consiste à prélever une quantité de l'échantillon à analyser en ajoutant une quantité déterminée de l'eau saturée en oxygène dans le but de faire une dilution, dans notre étude et pour avoir des résultats plus fiables nous avons fait trois dilutions.

Une solution présente le même volume dite témoin constituée d'eau saturée on oxygène ; l'oxygène dissous doit être mesuré le jour de la préparation.

Les échantillons sont incubés à 20°C dans des conditions de l'obscurité, après 5 jours d'incubation la mesure de l'oxygène dissous sera effectuer.

La DBO est calculé selon l'équation suivante :

$$DBO_5 = (T_0 - T_5)F - (B_0 - B_5)(F - 1)$$

T_0 = oxygène dissout de dilution en mg/L mesuré le premier jour de l'expérimentation.

T_5 = oxygène dissout de dilution en mg/L mesuré le premier jour de l'expérimentation.

B_0 = oxygène dissout du blanc en mg/L mesuré le premier jour de l'expérimentation.

B_5 = oxygène dissout du blanc en mg/L mesuré le premier jour de l'expérimentation.

$$F = 123 - V/V$$

V : le volume d'eau à échantillonnée.

2.2.7 Analyse de la qualité structurale des peuplements étudiés

2.2.7.1 L'indice de Shannon-Weaver (H)

Il mesure la diversité du peuplement. Sa formule est la suivante :

$H = - \sum ((ni/N) * \log_2(ni/N))$; avec ni : l'effectif du taxon i , i allant de 1 à S (variété taxonomique totale) et N : l'effectif total. Sa valeur varie de 0 (H minimal, un seul taxon présent) à $\log_2 S$ (H maximal, tous les taxons ont la même abondance). (ECOGEA, 2000)

2.2.7.2 L'indice d'Equitabilité (E)

A été calculé. Il mesure l'équilibre du peuplement. C'est le rapport de H sur H_{max} . Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon. (ECOGEA, 2000)

2.2.7.3 L'indice de similarité de Jaccard (I)

A également été utilisé. Il mesure le degré de similarité entre les peuplements. Sa formule est : $I = N_c / (N_1 + N_2 - N_c)$; avec N_c : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2 et N_1 et N_2 : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2. I varie de 0 à 1. (ECOGEA, 2000)

2.2.8 Analyse statistique

2.2.8.1 Analyse Factorielle des Composantes AFC

L'AFC est une méthode d'ordination couramment utilisée dans les études biologiques. Son utilisation est adaptée aux tableaux observation/ variables, son but est de donner la meilleure représentation simultanée des groupements de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupe de station ou des mois.

L'AFC permet d'ordonner les valeurs d'un tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution (Thioulouse & Chassel, 1997). Elle consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouent un rôle symétrique.

2.2.8.2 Corrélation de Pearson

Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients de corrélation « r » ainsi que des covariances pour toute les paires de variables d'une liste (option de matrice carré) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variables (option matrice rectangulaire).

Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre deux séries de données (Held, 2010). Il peut prendre les valeurs « -1 » à « +1 »

Une valeur de +1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissantes.

Une valeur de -1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante.

Une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles.

Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient de corrélation est supérieur à 0,8 et une faible corrélation lorsque le coefficient de corrélation est inférieur à 0,5 (Bolbaoca & Jäntschi, 2006).

2.2.8.3 Analyse de la variance Anova

L'analyse de la variance est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population.

Ce test s'applique lorsque l'on mesure une ou plusieurs variables explicatives catégorielles (appelées alors facteurs de variabilité, leurs différentes modalités étant parfois appelées « niveaux ») qui ont de l'influence sur la distribution d'une variable continue à expliquer. On parle d'analyse à un facteur, lorsque l'analyse porte sur un modèle décrit par un facteur de variabilité, d'analyse à deux facteurs ou d'analyse multifactorielle.

Chapitre 3

Résultats et discussion

2.3 Résultats et discussion

2.3.1 Analyse de la diversité odonataufane des 11 stations étudiées

Notre échantillonnage a permis d'identifier 11 espèces d'odonates (8 Zygoptères et 3 Anisoptères) dans l'ensemble des 11 stations échantillonnées. On se reportera à Samraoui & Menai (1999), Dumont (2007) et Boudot *et al.* (2009) pour leur répartition globale en Algérie et à Samraoui & Corbet (2000a, 2000b) pour les données concernant la Numidie.

Les zygoptères capturés appartiennent à quatre familles distinctes ; Lestidae représentée par une espèce, *Sympecma fusca*, la deuxième famille Platycnemidae est représenté par une seule espèce *Platycnemis subdilatata*, la troisième famille Coenagrionidae représenté par cinq espèces *Ischnura graellsii*, *Ischnura pomulio*, *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion caerulescens*, *Erythromma lindenii*, quant à la dernière famille des Calopterygidae elle est représentée par *Calopteryx haemorrhoidalis*.

Par ailleurs les anisoptères appartiennent à trois familles dont chacune est représentée par une seule espèce : les Ashnidae représente *Anax imperator*, la famille des Libellulidae représenté par *Sympetrum meridionale* et la dernière famille nommée Gomphidae représentée par l'unique espèce *Gomphus lucasii*.

ZYGOPTERA

CALOPTERYGIDAE

2.3.1.1 *Calopteryx haemorrhoidalis* (Vander Linden, 1825) Caloptéryx hémorroïdal

-Répartition

Espèce ouest-méditerranéenne (Jourde, 2005).

-Habitat

Calopteryx haemorrhoidalis est une espèce des eaux courantes. Les larves vivent dans la végétation aquatique, souvent près du fond. L'émergence se fait verticalement ou en rétroversion sur la végétation rivulaire ou sur des plantes émergentes. L'imago s'écarte de l'eau en phase de maturation. On le rencontre le long des haies, des lisières forestières, dans

des zones ensoleillées et abritées du vent. Les mâles matures se cantonnent le long de petites rivières, souvent dans des secteurs où la végétation rivulaire est importante et très étagée (Jourde, 2005).

-Ecologie

Le développement larvaire se fait en 1-2 ans. Faute de données, la fin de la période d'émergence est inconnue. Elle s'étend au moins du 25/05 jusqu'à la fin juillet. La phase de maturation dure une semaine environ. Le bref accouplement se fait après la parade du mâle. La femelle dépose ses œufs dans des végétaux, gardiennée par le mâle. La période de ponte s'étire au moins du 21/06 au 6/09. Les imagos commencent à se raréfier à partir de fin août, les derniers sont observés après mi-septembre (19/09) (Jourde, 2005).

Stations où l'espèce est présente : Seb II, Tou, Siou, Msfa

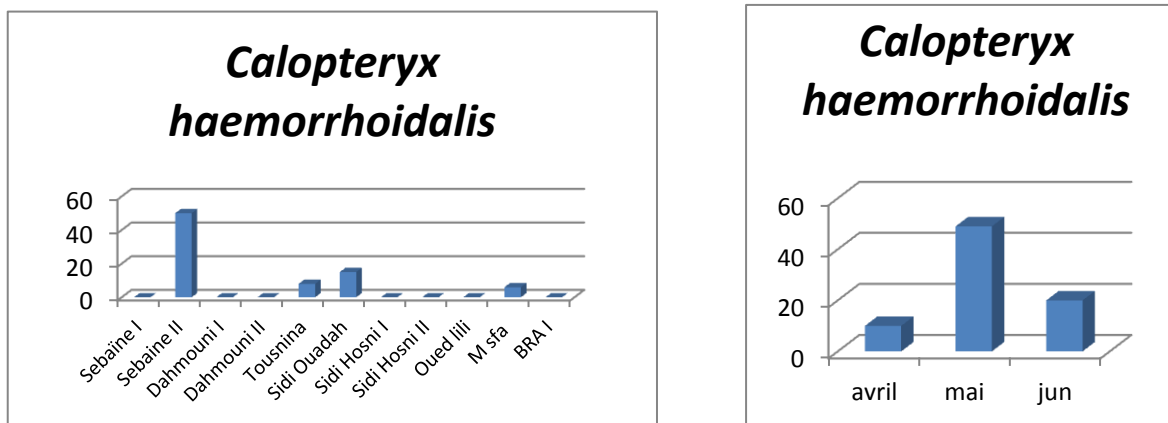


Figure 34 : Distribution spatio-temporelle de *Calopteryx haemorrhoidalis*

C. haemorrhoidalis occupe de façon typique les petits cours d'eau aux eaux vives et bien oxygénées (Cotrel, et al., 2007). Dans la figure 33 l'espèce présente une préférence de cohabiter les eaux lotique avec une vitesse d'écoulement rapide à moyenne, dont l'abondance est très remarqué au niveau de la station de Sebaïne II ensuite Sidi Oudah, Tousnina, Msfa, cette espèce n'est jamais regarder sur des eaux stagnantes. le *Calopteryx haemorrhoidalis* marque sa présence durant toute la période de l'étude.

COENAGRIONIDAE**COENAGRIONINAE****2.3.1.2 *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) Agrion de mercure****Répartition**

Espèce holoméditerranéenne (Jourde, 2005) présente en Europe moyenne et méridionale et en Afrique du Nord. (Faton, 2003)

Habitat

Cet odonate se développe exclusivement sur les tronçons des cours d'eau ouverts et colonisés par une végétation abondante (Ternois, et al., 2005). L'émergence se fait sur des végétaux à faible distance de l'eau. En phase de maturation, les imagos se dispersent dans des prairies hautes proches et visitent parfois des milieux stagnants. Les insectes matures s'installent le long de ruisselets, ruisseaux et petites rivières. Ils peuvent coloniser des zones de sources s'il y pousse quelques plantes. L'habitat optimal consiste en un ruisseau ensoleillé à eau courante et pure, dans lequel se développent par place des herbiers de callitriches *Callitriche* spp et d'Ache faux-cresson *Apium nodiflorum*. Les berges couvertes d'une abondante végétation lui sont favorables ainsi que la présence de prairies hautes limitrophes (Jourde, 2005).

Ecologie

Le développement larvaire se fait en 1-2 ans. La période d'émergence s'étend du 11/04 au 12/06. La phase de maturation dure 5-10 jours. L'activité est maximale sur les sites de reproduction durant la dernière semaine de juin. Après l'accouplement, la ponte se fait en tandem. La femelle dépose ses œufs dans le tissu de plantes diverses (*Apium nodiflorum*, *Callitriche* spp., notamment). La période de ponte s'étire du 27/04 au 9/08. Les imagos commencent à se raréfier à partir de mi-août et les derniers individus sont observés mi-septembre (Jourde, 2005).

Stations où l'espèce est présente : SebI, SebII, SiHoII

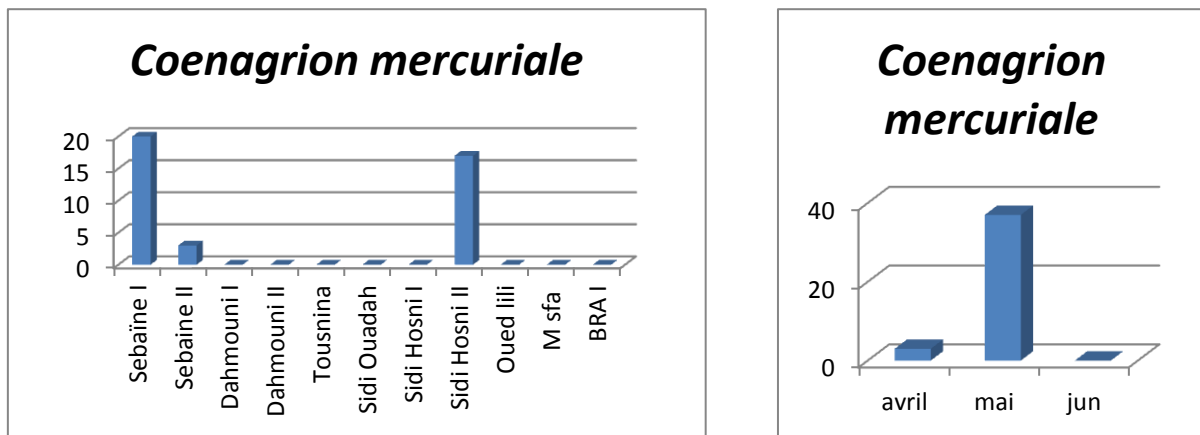


Figure 35: Distribution spatiotemporelle de *Coenagrion mercuriale*

Cet agrion fréquente les ruisseaux des têtes de bassins riches en végétation (Cotrel, et *al.*, 2007). Il montre une préférence de colonisation des eaux courantes ouverte et ensoleillées (Faton, 2003) dont la vitesse d'écoulement ne constitue pas un facteur majeur (lente, moyenne ou rapide) et ne peuple jamais les eaux stagnantes. Cette espèce marque sa présence au niveau de 3 stations dont nous pouvons y appliquer ces critères.

Les populations de cette espèce souffrent actuellement de la dégradation de son habitat et notamment de l'assèchement chronique des ruisseaux ainsi que de la dégradation de la qualité des eaux de ces derniers. (Cotrel, et *al.*, 2007)

La présence de *Coenagrion mercuriale* coïncide avec deux mois Mai avec une fréquence peu remarquable, et Mai avec une abondance très claire. Le mois de Juin caractérisé par une élévation de la température ce qui risque de l'assèchement des milieux aquatiques provoquant une perturbation de la qualité des eaux ce qui peut menacer ces agrions très sensibles.

2.3.1.3 *Coenagrion caerulescens* (Fonscolombe, 1838) L'Agrion bleuisant

2.3.1.3.A. Répartition

Espèce typiquement ouest-méditerranéenne (Jaquemin & Boudot, 1999). Caractérisée les hautes altitudes : Moyen Atlas où elle peut atteindre les 1900 m d'altitude et Haut Atlas avec une altitude allant jusqu'à 2300 m. (Elhassoufi, et *al.*, 2008) Rare en France en Italie et en Espagne (Faton, 2003).

2.3.1.3.B. Habitat

L'agrion bleuissant caractérise les cours d'eau du les plus petits aux plus grands, jusqu'au niveau des secteurs les plus calmes des oueds des montagnes (Jaquemin & Boudot, 1999).

2.3.1.3.C.Ecologie

La période de vol s'étend de mi-avril à septembre. (Jaquemin, 1994) (Jaquemin & Boudot, 1999). Considère que cet agrion peut avoir deux générations par an dans les régions de plaine au Maroc.

Stations où l'espèce est présente :SebII,DahI,Tou ,Msfa,BRA.

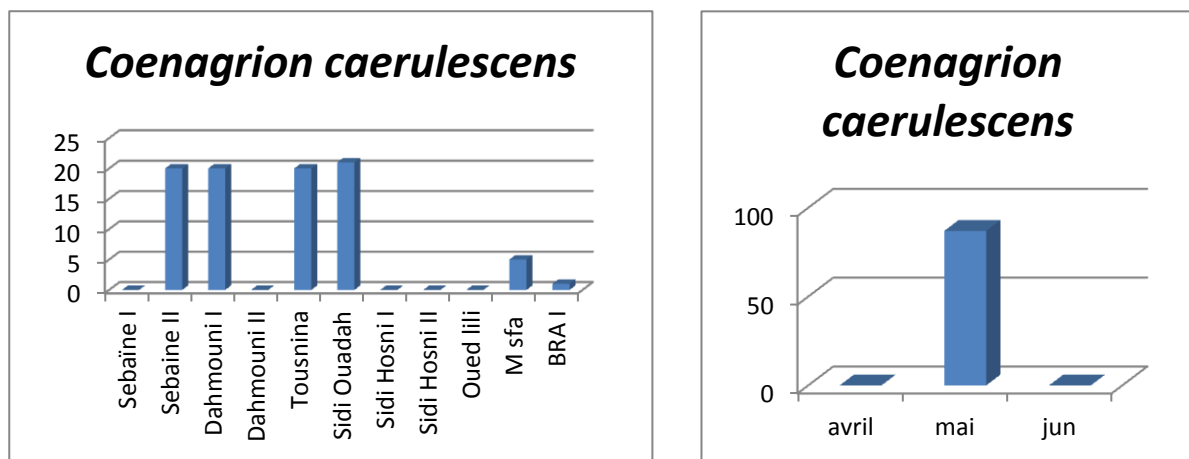


Figure 36: Distribution spatiotemporelle de *Coenagrion caerulescens*

La figure 35 montre la distribution du *Coenagrion caerulescens* au niveau de 6 stations dont 5 sont des milieux lotiques et un seul milieu lentique donc l'espèce montre une préférence de développement sur des eaux courante mais elle a le pouvoir de coloniser les milieux stagnants, cet espèce est présente seulement dans le mois de Mai.

2.3.1.4 *Erythromma lindenii* (Selys, 1840) Agrion de Vander Linden - Syn. Cercion lindenii

2.3.1.4.A.Répartition

Espèce holoméditerranéenne. Elle évite les parties littorales aux eaux saumâtres. (Jourde, 2005)

2.3.1.4.B.Habitat

L'Agrion de Vander Linden est une espèce des eaux stagnantes à modérément courantes. Les larves vivent dans la végétation aquatique.

L'imago fréquente les prairies proches de ses lieux de développement larvaire. Mature, il se reproduit dans des grandes mares, étangs, lacs et parties calmes des rivières et grands cours d'eau. On le trouve aussi dans les canaux des marais et plus rarement dans les bassins de lagunage. Seuls les sites où existent des plantes aquatiques flottantes ou affleurantes sont colonisés (Jourde, 2005).

2.3.1.4.C.Ecologie

Le développement larvaire se fait en une année. La phase de maturation dure une dizaine de jours. L'activité sur les sites de reproduction culmine mi-juillet. L'accouplement se fait sur la berge et peut durer une demi-heure. La ponte est déposée en tandem dans la partie immergée d'hydrophytes flottants ou affleurants (Jourde, 2005).

Stations où l'espèce est présente :SebI ;Dah I ;Tous ;SiH I ;Msfa ;BRA

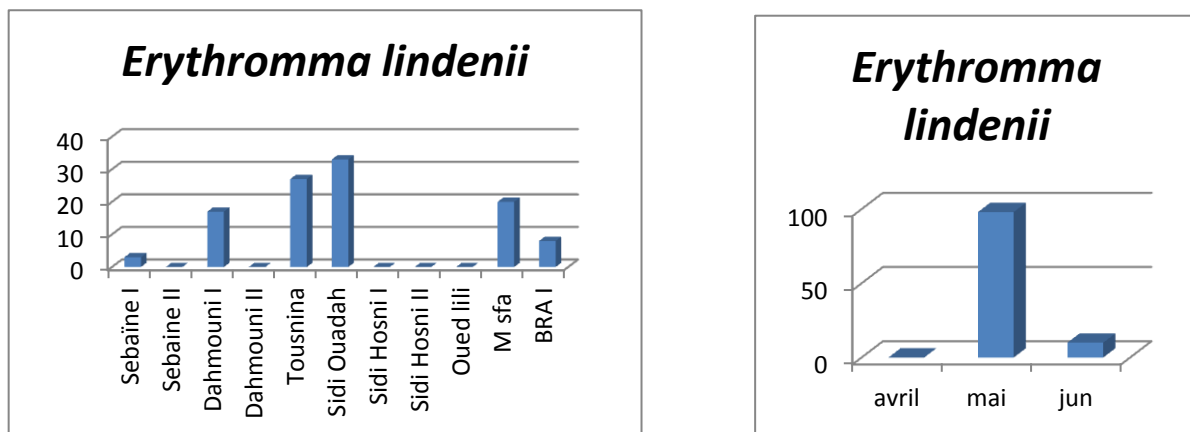


Figure 37: Distribution spatiotemporelle d'*Erythromma lindenii*

L'espèce *Erythromma lindenii* montre une préférence de coloniser les eaux courantes ou la distribution est inégale mais elle peut se développer sur un milieu stagnant, présente au niveau de mois de Mai et Juin.

ISCHNURINAE

2.3.1.5 *Ischnura graellsii* (Rambur, 1842) Agrion de Graells

2.3.1.5.A.Répartition

Espèce ouest-méditerranéenne stricte, limitée à la péninsule ibérique et au Maghreb (Jaquemin, et al., 1999), abondante dans les régions telliennes (Tell) (Samraoui & Menai, 1999)

2.3.1.5.B.Habitat

Présente dans les alentours de tout type d'eau stagnante ou courante. La période de maturation est fonction des régions, caractérisé par deux générations par an la période de vol s'étant de mars à octobre en Europe. Cette espèce est notée présentes dans la majorité des sites visités.

Stations ou l'espèce est présente : DahI, Tou, SihII,Seb I.

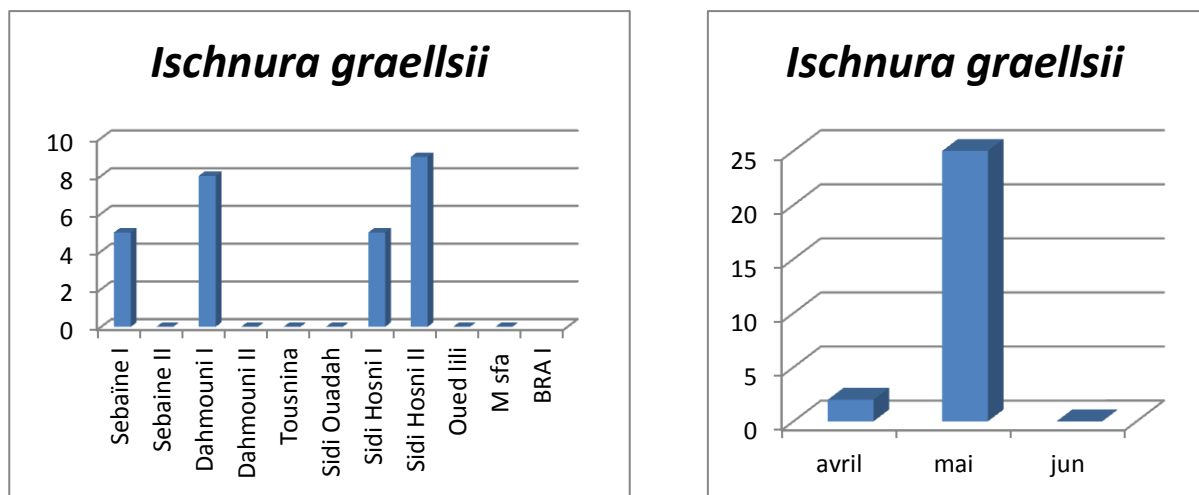


Figure 38: Distribution spatiotemporelle du *Ischnura graellsii*

Ce minuscule Odonate recherche les endroits ensoleillés et abrité du vent, très commun aux bords des eaux stagnantes ou peu courante, se raréfie dès le mois de Juin mais il peut être remarqué durant toute l'année (Klein & Berchtold, 1998) et (Jaquemin, 1987).

2.3.1.6 *Ischnura pomilio* (Charpentier, 1825) L'agrion nain

2.3.1.6.A. Répartition

La répartition de cette petite libellule est subméditerranéenne. La répartition d'*I. pomilio* dans la région est morcelée et à ce titre il convient d'être vigilant quant à son statut. Cette espèce opportuniste bénéficie par endroit de l'assèchement désormais chronique des points d'eau et des rivières (Cotrel & Roullier 2007).

2.3.1.6.B. Habitat

Les habitats occupés par *Ischnura pomilio* sont la plupart du temps des eaux stagnantes, plus ou moins de petite taille, pouvant être temporaires. On présente généralement l'espèce comme pionnière ; elle colonise en effet souvent des habitats récemment créés, petites mares non pérennes, flaques, fossés, suintements, bassins (Cotrel & Roullier 2007).

2.3.1.6.C. Ecologie

L'abaissement de la nappe d'eau et le réchauffement qu'il induit permet le développement de deux générations annuelles et le développement des populations. Par ailleurs, la création de zones humides artificielles, à vocation agricole, pourrait dynamiser l'espèce (Cotrel & Roullier 2007).

Station où l'espèce est présente : SihoI

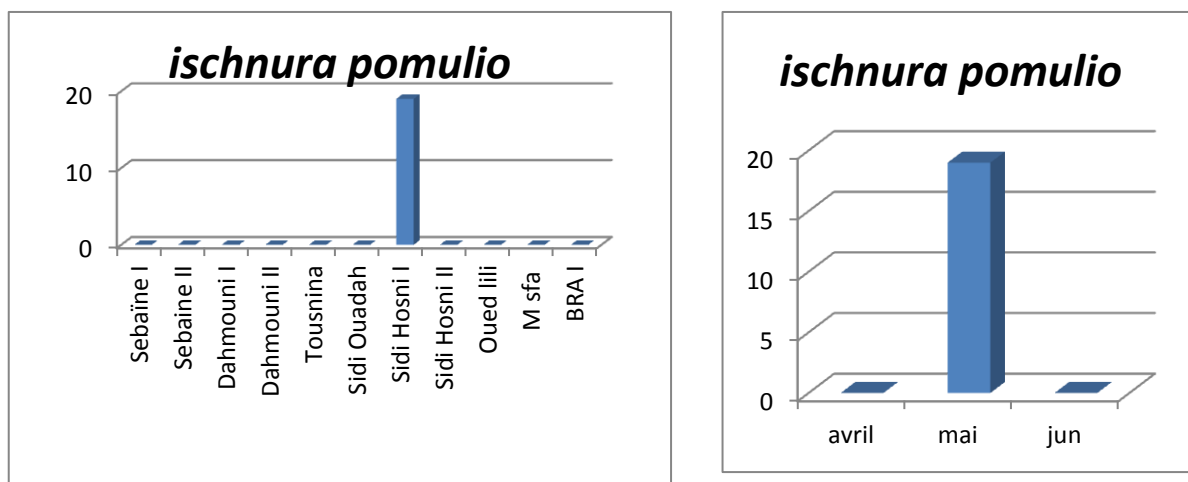


Figure 39: Distribution spatiotemporelle d'*ischnura pomilio*

Cette espèce marque sa présence au niveau d'un seul site Sidi Hosni, une visite hors l'étude au niveau du mois d'Aout montre que c'est le seul site qui subit un dessèchement total. D'après Cotrel et *al* (2007) Cette espèce opportuniste bénéficie par endroit de l'assèchement désormais chronique des points d'eau et des rivières. L'abaissement de la nappe d'eau et le réchauffement qu'il induit permet le développement de deux générations annuelles, l'espèce est remarquée seulement durant le mois de Mai.

LESTIDAE

SYMPECMATINAE

2.3.1.7 *Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820) Leste brun

2.3.1.7.A.Répartition

Espèce ouest-paléarctique (Jourde, 2005)

2.3.1.7.B.Habitat

Le Leste brun est une espèce des eaux stagnantes à faiblement courantes. Les larves vivent dans la végétation aquatique à des profondeurs variables, parfois au fond dans des débris végétaux. L'émergence se fait verticalement sur la végétation rivulaire, généralement à moins de 30 cm au-dessus de l'eau. L'imago s'écarte de l'eau en phase de maturation et durant l'hiver. On le trouve dans des friches ou des bois. Quelques individus ont été repérés en hiver dans des draperies de lierre *Hedera helix*, d'autres dans des ronciers. Les insectes matures s'accouplent et pondent dans des mares, étangs, rivières lente et parties calmes des grands cours d'eau. Ils recherchent notamment les zones où s'accumulent des débris végétaux flottants (Jourde, 2005).

2.3.1.7.C.Ecologie

Sympecma fusca est la seule espèce locale qui hiverne à l'état imaginal. Deux générations se succèdent. L'espèce connaît donc 2 pics d'activité en une année. Le premier est centré sur les 2^{ème} et 3^{ème} semaine de Mai et correspond à la période de ponte qui s'étend du 15/04 au 15/06. Le second pic correspond à l'émergence de la seconde génération. La date la plus précoce est le 10/07. Elle culmine à la fin juillet et se poursuit vraisemblablement jusqu'à mi-août. La femelle dépose ses œufs dans des débris végétaux flottants, généralement en tandem avec son partenaire (ponte seule dans 23 % des observations, n=125). Les œufs

éclosent en 3-5 semaines. Le développement larvaire est très court et se fait en environ 6 semaines. Les imagos de première génération commencent à se raréfier fin mai, les données au mois de juin sont rares, le dernier individu aurait été observé le 1/07 (Jourde, 2005).

Station où l'espèce est présente : SebI, Tou.

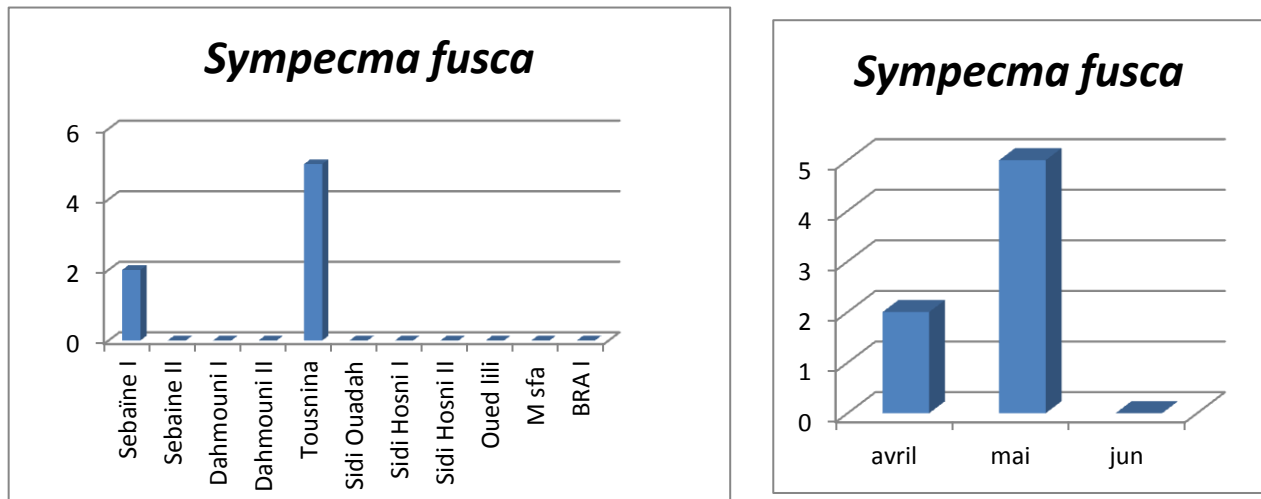


Figure 40 : Distribution spatiotemporelle du *Sympecma fusca*

Présente seulement sur deux stations Sebaïne I et Tousnina. L'espèce colonise des eaux temporaires, de nombreuses émergences ont lieu en Avril et Mai (Jaquemin, 1987).

PLATYCNEMIDIDAE

2.3.1.8 *Platycnemis subdilatata* (Selys, 1849) L'agrion à pattes peu dilatées

2.3.1.8.A.Répartition

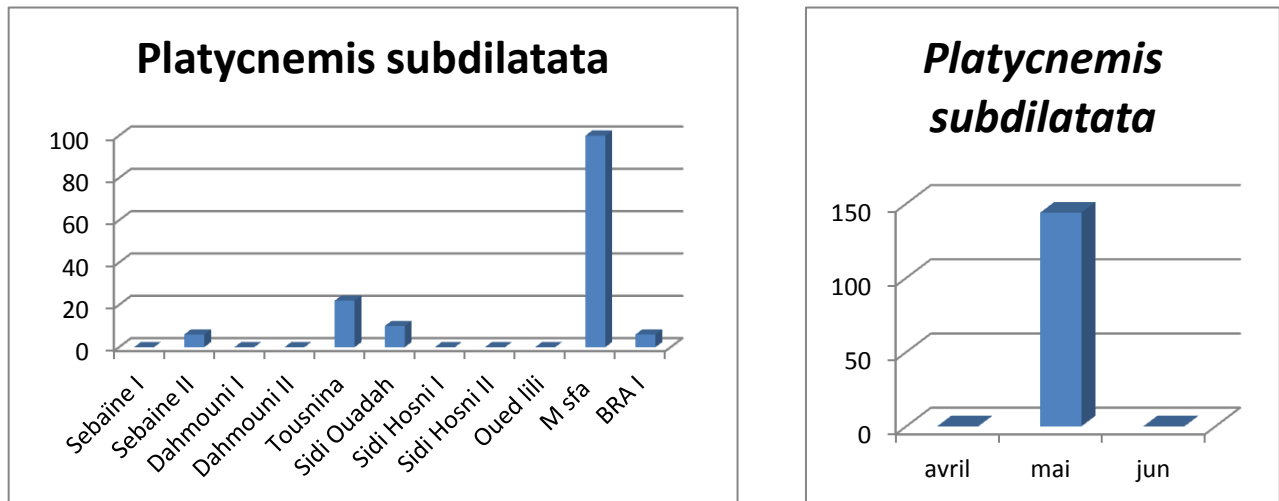
Espèce endémique du Maghreb (Jaquemin, 1994).

2.3.1.8.B.Habitat

La présence de cette espèce correspond à des Habitats de type cours d'eau moyen, caractérisé par un lit assez large de 3 à 6 m, une profondeur maximal de 1m, un substrat très hétérogène, et une végétation riveraine assez dense. (Elhaissoufi, et al., 2008)

2.3.1.8.C.Ecologie

La période de vol de cet agrion, est assez longue, et s'étend de mars à la deuxième moitié d'octobre. (Jaquemin, 1994)



Station où l'espèce est présente : SebII,Tou,Siou,M sfa,BRA

Figure 41: Distribution spatiotemporelle de *Platycnemis subdilatata*

Présente dans 5 stations, préfère les eaux courantes avec pouvoir de colonisation des eaux stagnantes Station de (BRA)

ANISOPTERA

AESHNIDAE

AESHNINAE

2.3.1.9 *Anax imperator* (Leach, 1815) l'Anax impérateur

2.3.1.9.A.Répartition

Espèce afro-européenne (Jourde, 2005) ayant une répartition très vaste qui couvre l'Europe (sauf ses régions septentrionales), le proche et le moyen orient jusqu'au Pakistan, ainsi que la totalité de l'Afrique, y compris les îles de l'Océan Indien (Jaquemin & Boudot, 1999).

2.3.1.9.B.Habitat

Opportuniste et très plastique, *Anax imperator* fréquente une très grande variété de milieux ensoleillés. Les larves se développent dans des eaux stagnantes à faiblement courantes. L'espèce colonise massivement les mares récentes, les retenues collinaires, les lagunages, les sablières mais on la trouve aussi dans les étangs, les grands lacs, les rivières

lentes, les fleuves et les canaux de marais. Les larves sont très tolérantes envers la pollution et sont capables de survivre dans des stations d'épuration (Jourde, 2005).

2.3.1.9.C.Ecologie

La période de maturation dure environ deux semaines. Les mâles territoriaux sont très agressifs et les conflits inter- et intraspécifiques nombreux. Les mâles volent pendant des heures et ne se posent qu'en cas d'altération des conditions météorologiques ou de fortes chaleurs. Dans des milieux assez vastes, ils défendent un territoire de 100 à 250 m² (Jourde, 2005).

Station où l'espèce est présente :DahI.

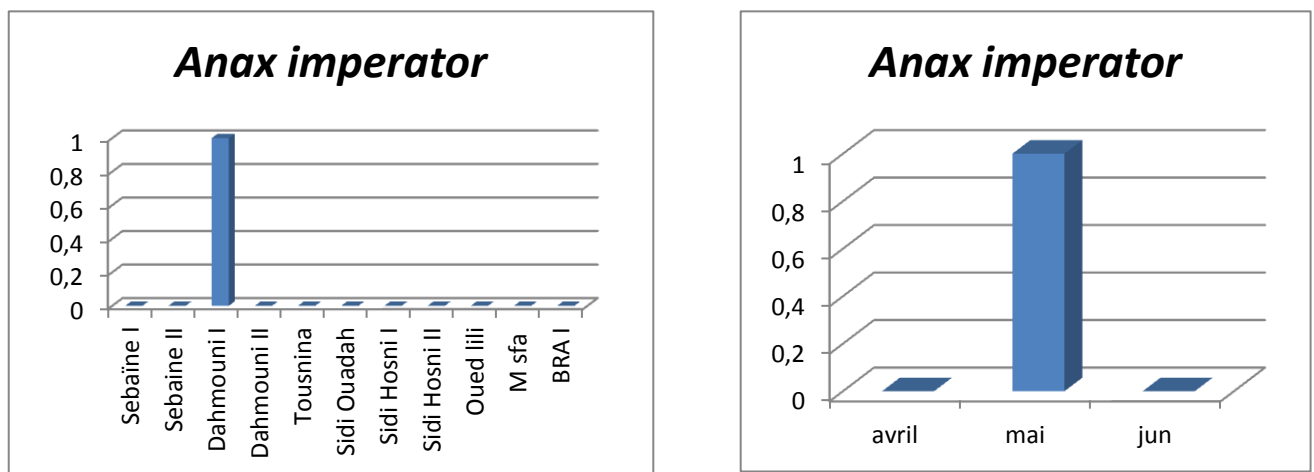


Figure 42: Distribution spatiotemporelle de l'*Anax impérateur*

Durant toute la période d'étude l'*Anax impérateur* était remarqué une seule fois, durant le mois de Mai.

GOMPHIDAE

2.3.1.10 *Gomphus lucasii* (Selys, 1850)

2.3.1.10.A. Répartition

Endémique maghrébin (Khelifa, et al., 2011).

2.3.1.9.B.Ecologie

Le vol s'effectue de Mai à Juin, le stade final exuvial peut être recueillis jusqu'au mois d Aout.

Stations ou l'espèce est présente :Tou,BRA.

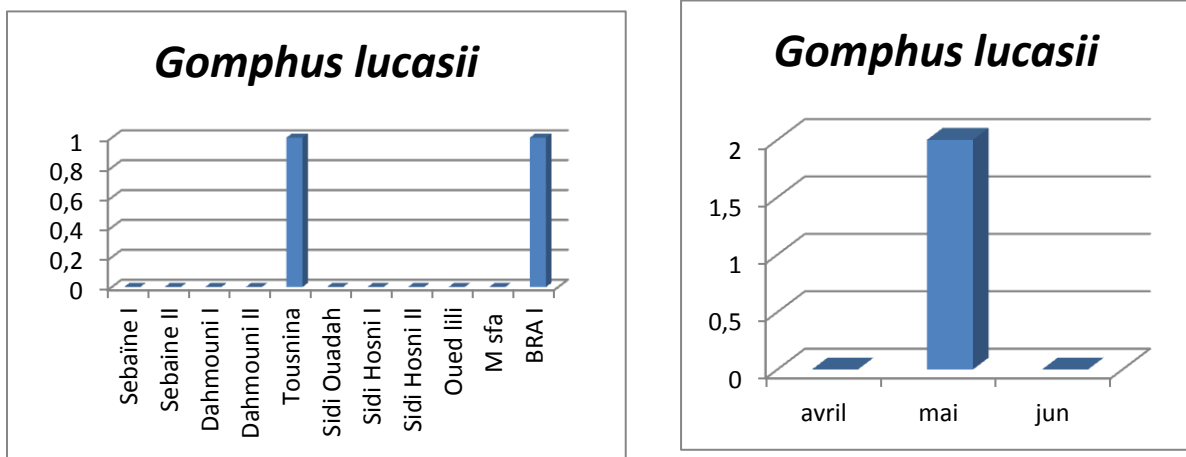


Figure 43 : Distribution spatiotemporelle de *Gomphus lucasii*

Deux citations de cette espèce étaient enregistrées, où la capture de l'espèce était très facile à cause de son dépôt sur les roches ou le sable.

LIBELLULIDAE

SYMPETRINAE

2.3.1.11 *Sympetrum meridionale* (Selys, 1841)

2.3.1.11.A.Répartition

Europe méridionale; nord de l'Afrique; Proche-Orient et Asie moyenne et méridionale.

2.3.1.11.B.Habitat

Sympetrum meridionale est une espèce des milieux faiblement courants à stagnants, souvent temporaires. La larve vit essentiellement sur le fond mais peut grimper sur les végétaux aquatiques. Elle tolère les eaux saumâtres. L'émergence se fait verticalement sur la végétation, à quelques cm au-dessus de l'eau. L'imago immature est erratique et peut être observé loin de tout point d'eau, notamment dans les coupes forestières abritées. Les adultes

se reproduisent dans des plans d'eau ensoleillés, généralement temporaires, peu profonds dont la couverture végétale est souvent importante.

2.3.1.11.C.Ecologie

Le développement larvaire est mal connu. La période d'émergence s'étend du 2/05 au 5/07. Jourde (2005) constate un pic d'activité sur les sites de reproduction durant la 3ème semaine de Juin. Selon nos remarque sur terrain l'activité reproductrice a lieu le moi de Mai.

Stations ou l'espèce est présente : SihoII et BRA.

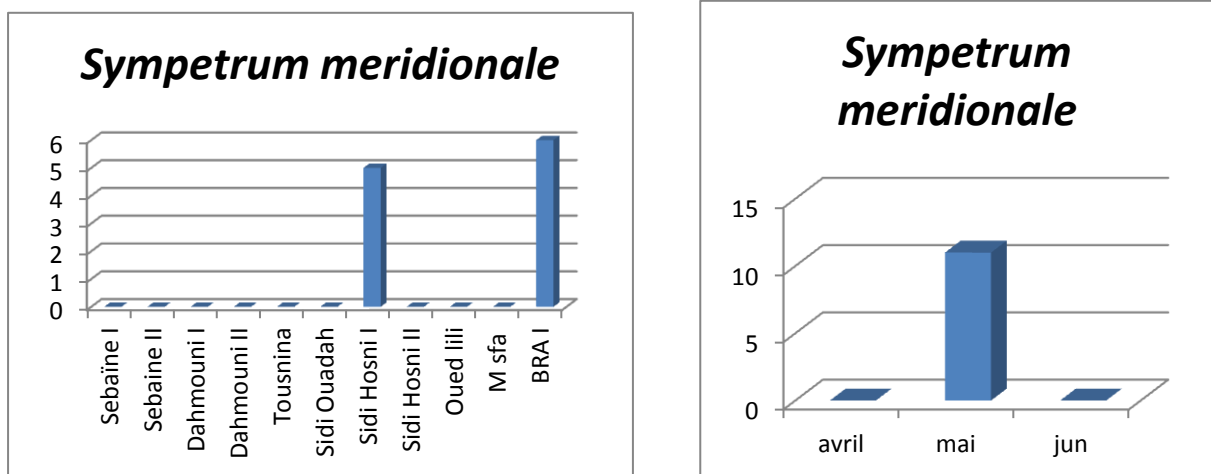


Figure 44 : Distribution spatiotemporelle de *Sympetrum meridionale*

Le symptérum méridionale montre une préférence à coloniser les eaux stagnantes, espèce hyper actif très difficile à capturer, l'accouplement et la ponte aurons lieu à la surface d'eau durant le mois de Mai.

Ces résultats représente 17% des espèces Algériennes découvertes jusqu'à présent (Samraoui et Menai,1999), et 27% par rapport à l'odonatafaune de la Numidie orientale (Samraoui et Corbet,1999), et 31% des espèces capturés au niveau Vallée de Sybouse (Khelifa *et al.*, 2010).

Les espèces inventoriées ont été largement décrites par la littérature et ce depuis les premières expéditions odonatologiques qui remonte au siècle derniers par Lucas au cours des « Exploration scientifique de l'Algérie » par Sélys (1849). Depuis plusieurs travaux ont été

suivi par Sélys-Longchamps (1865,1866, 1871,1902), suivi par d'autres odonologistes (Kolbe,1885 ; McLachlan,1897, Martin,1901,1910 et Morton,1905).

Les zygoptères capturés figurent parmi les espèces déjà décrites dans des biotopes humides en Algérie par différents auteurs, concernant les Lestidae l'espèce *Sympecma fusca*(Vander Linden, 1823), elle fut signalée pour la première fois au niveau de Tonga (Sélys,1849), Bône (Sélys,1871), Bône, Constantine et Biskra (McLachlan,1897), Fetzara et Biskra (Martin,1901),Téniet el Had, et Sebdou(Morton,1905), la Calle,Bone,constantine et Biskra (Martin,1910),Ighzer Temda (Lacroix,1925), Mascara (Navàs,1922), ,Guerbes (Samraoui et Belair,1997), et récemment au niveau du bassin de la Seybouse (Khelifa *et al.*, 2011).

Pour la famille des Platycnemididae, le *Platycnemis subdilatata* (Sélys, 1849) est signalé pour la première fois à Rhummel, Boumerzoug (Sélys, 1849), entre Médéa et Blida (Kolbe, 1885), Constantine, Biskra, O.Bou Sba, Le Tarf, Kef Oum T Boul, Oubeïra(McLachlan, 1897), Biskra, Constantine (Martin, 1901), Laghouat, Biskra, Touggourt (Sélys, 1902)Sebdou (Morton, 1905), Mascara (Navàs, 1922),Alger, O ;Kerma, Mascara (Lacroix, 1925), Guerbes (Samraoui & Bélair, 1997), Numidie, Mechroha, Meskina, Tebessa, Batna, Drea, Laghouat, Djelfa (Samraoui, et al., 1999), et au niveau du bassin de la Seybouse (Khelifa *et al.*, 2011).

Le *Calopteryx haemorrhoidalis* (Vander Linden, 1825)le seul représentant de la famille des Calopterygidae est cité au niveau du Cercle de la Calle (Sélys, 1849), Bône (Sélys,1871) ,Constantine .Le Tarf, Oubelïra, Biskra (Mc Lachlan, 1897), Biskra (Martin, 1901), Biskra Laghouat (Sélys, 1902), Sebdou (Morton, 1901), Bône, La Calle, El Gerra, Batna (Martin, 1910), Hammam R'hira (Ris, 1913), Maskara (Navàs, 1922), Azazga, Mascara (Lacroix, 1925), Numidie, Mechroha, collo,Jijel, Batna, Tlemcen, Drea. (Samraoui & Menäï, 1999) bassin de la seybaus (Khelifa *et al.*, 2011).

Pour la famille des Coenagrionidae, l'espèce *Coenagrion mercuriale* (Chapentier, 1840) est signalée dans Lambessa (Sélys, 1871), Sebdou (Morton, 1902), La Seybousse, Bône(Martin, 1910) Numidie, Drea, Tlemcen (Samraoui, et al., 1999),l'espèce *Coenagrion caerulescens* (Fonscolomb, 1838) est remarqué au niveau de Sebdou (Morton, 1905), Mascara (Navàs, 1922 ;Lacroix, 1925)et Meskiana, Tebessa, Batna, Drea, Bou Saada, Biskra, Sidi Okba (Samraoui, et al., 1999)le bassin de la seybaus .(Khelifa *et al.*, 2011) *Ischnura*

graellsii (Rambur, 1842) est citée dans Bône, La Calle (Sélys, 1849). Bône (Sélys, 1871), « Généralement distribuées » (McLachlan, 1871), Biskra, Constantine, Philippeville, Fetzara (Martin, 1901), Biskra, Touggourt, Temacin, Laghouat, Aïn Rich (Sélys, 1902), Sebdou (Martin, 1910). Beni Abbes, Guelta de la Saoura, Zeramra, Bou Ali, Sali, Reggan, Aïn Tinguemine (Raymond, 1952), Lac des Oiseaux (Samraoui et al., 1992), Guerbes (Samraoui & Bélair, 1997) Numidie, Mechroha, Meskiana, Collo Jijel, Tebessa, Bousaada, Batna, Mostaganem, Sidi Bel Abbes, Drea, Djelfa (Samraoui, et al., 1999) le bassin de la Seybousse (Khelifa *et al.*, 2011). pour la dernière espèce représentatif de cette famille : *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1825) très rare en Numidie, mais peuvent être plus fréquents, plus au sud, citée dans Alger, La Calle (Sélys, 1848), Tala Kitane (Lacroix, 1925) Numidie, Tebessa (Samraoui & Menäi, 1999) le bassin de la Seybousse (Khelifa *et al.*, 2011).

Les anizoptères notamment les Ashnidae, l'*Anax imperator* (Leach 1815) est signalée au niveau de Rhummel, Oubeïra (Sélys, 1849). entre Blida et Médéa (Kolbe, 1885), Constantine (McLachlan, 1897), Rhummel (Martin, 1901), Teniet el Had, Sebdou (Morton, 1905), Constantine, Oubeïra (Martin, 1910), Numidie (Samraoui, et al., 1999), le bassin de la Seybousse (Khelifa, et al., 2011). Le *Sympetrum méridionale* (Sélys, 1841) cité dans Constantine, La Calle (Sélys, 1849), Edough (Sélys, 1871), Bône, Lac des Oiseaux (McLachlan, 1897), Fetzara, Biskra (Martin, 1910), Bône (Ris, 1911), Kabylie, Mascara (Lacroix, 1925), Guerbes (Samraoui & Blair, 1997), Numidie, Mechraha, Jijel, Tebessa (Samraoui, et al., 1999) La vallée de la Seybousse (Khelifa, et al., 2011). Le *Gomphus lucasi* (Sélys, 1849) marque sa présence dans Rhummel, Oubeïra (Sélys, 1849). entre Blida et Médéa (Kolbe, 1885), Constantine (McLachlan, 1897), Rhummel (Martin, 1901), Teniet el Had, Sebdou (Morton, 1905), Constantine, Oubeïra (Martin, 1910), Numidie (Samraoui & Menäi, 1999) le bassin de la Seybousse.

Deux des onze espèces observées sont endémique du Maghreb (*Gomphus lucasii* et *Platycnemis subdilata*) et une endémique du méditerranéen (*Coenagrion caerulescens*). Le *Gomphus lucasii* est classé comme espèce « Vulnérable » sur Liste Rouge globale de UICN (Riservato, et al., 2009), vue sont aire de répartition très limité et sa distribution moyennement abondante (Samraoui & Menäi, 1999). Le *Coenagrion mercuriale* exigeant sur la qualité de l'eau (Faton, 2003), occupe le statut de « Quasi menacé », tous les autres espèces observées durant notre étude occupe le statut « Préoccupation mineur » sur la Liste Rouge global de UICN (Riservato, et al., 2009).

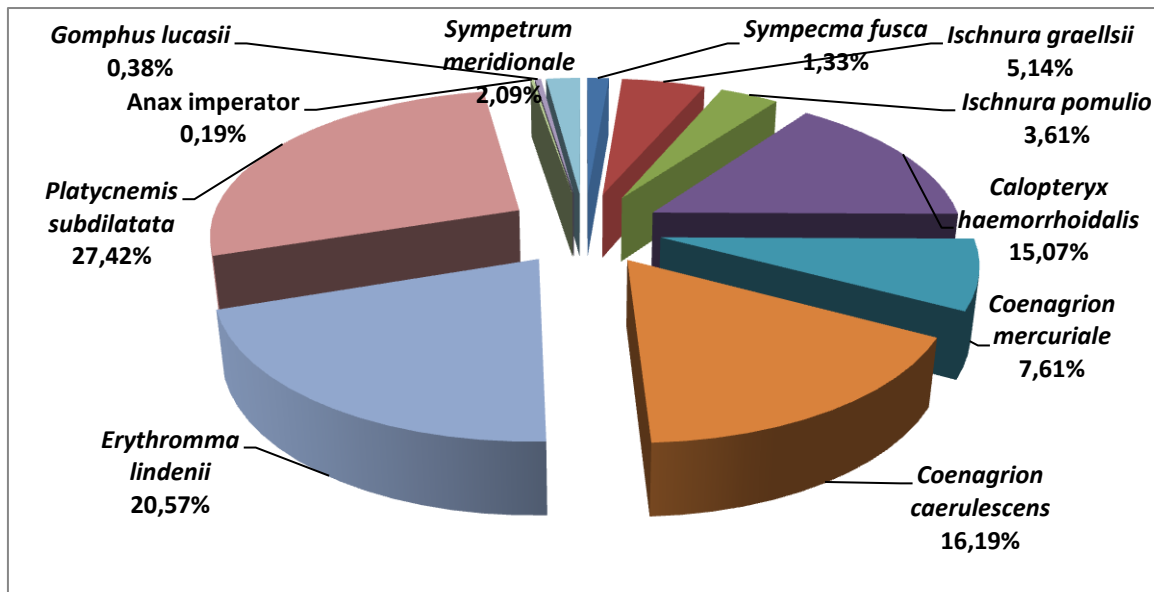


Figure 45: abondance des odonates capturés dans la wilaya de Tiaret.

2.3.2 Distribution spatio-temporelle et diversité spécifique des espèces capturées

L'examen de la figure montre un effectif important des espèces au niveau de la station de M sfa soit un total de 131 Odonates capturés et remarqués, un effectif moyen au niveau des stations Sebaïne II, Tousnina et Sidi Ouadah avec un total de 79, 83 et 79 à la suite, Un effectif faible au niveau des stations Sebaïne I, Dahmouni I, Sidi Hosni I, Sidi HosniII, BRA soit un total de 30, 46, 29, 26, 22 individus remarqués et captureés dans les stations précédentes respectivement tandis qu'une absence totale des Odonates dans les station Dahmouni II et Oued lili.

Certaines stations échantillonnées sont particulièrement riches en espèces : les stations Tousnina et BRA possèdent entre 6 et 5 espèces. Par exemple, la Station Tousnina abrite 5 familles Caloptérygidae, Coanagronidae, Lestidae, Platycnemidae, Gomphidae sur un total de 7 familles. Les stations Sebaïne I, Sebaïne II, Dahmouni I, Sidi Ouadah, Mashraa sfa sont

moyennement riches avec la présence de 4 espèces. Les stations Sidi Hosni I et II qui abritent respectivement 3 et 2 espèces. Les deux dernières stations Dahmouni II et Oued Lili caractérisées par une Absence total des Odonates.

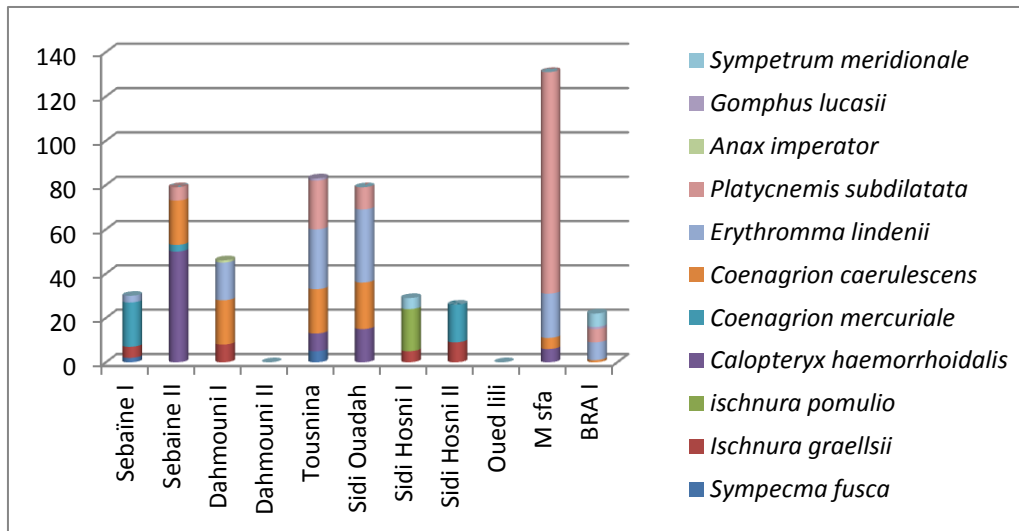


Figure 46: Distribution des espèces d'odonates inventoriées par station

L'analyse de la figure 47 montre une diversité importante remarquée durant le mois de Mai dont la majorité des odonates identifiés est présentes, la diversité est beaucoup moins importante durant les mois d'Avril et Juin ceci est interprété par le printemps tardif de l'année 2013 dont les conditions n'étaient pas totalement favorable pour les odonates et la coïncidence du mois de Juin avec l'assèchement des cours d'eau temporaire et la diminution de niveau d'eau des cours d'eau permanent se qui provoque une perturbation de la qualité des eaux.

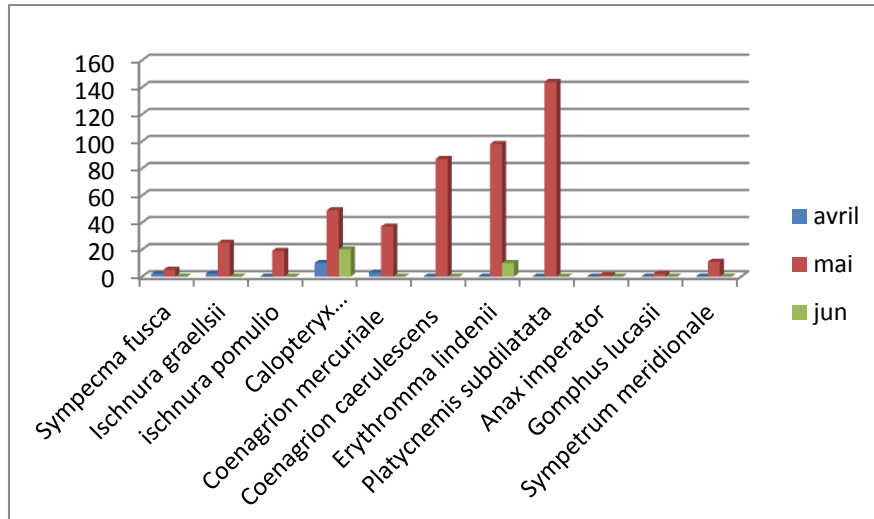


Figure 47: Distribution temporelle des espèces d'odonate sur les trois mois d'étude Avril-Mai-Juin (période d'échantillonnage).

Aucune station n'est caractérisée par une altitude inférieure à 590 m suite au positionnement de la Wilaya de Tiaret située dans les hautes plaines steppiques. Tous les espèces identifiées dans cette étude sont classés dans la liste rouge sous le statut (LC) c'est-à-dire à préoccupation mineure, à l'exception de *Coenagrion mercuriale* classée sous le statut (NT) quasi menacée et l'espèce *Gomphus lucasii* sous le statut (VU) ou vulnérable vu la rareté de cette espèce et son endémisme magrébin.

Des études récentes menées en Autriche montrent que les larves de *C. mercuriale* ont une très mauvaise tolérance à la pollution organique. Les auteurs de ces études considèrent que cette espèce est la plus exigeante des odonates en matière de qualité de l'eau. Les menaces les plus pesantes sont celles liées à la pollution d'origine urbaine ou industrielle, ou celle causée par l'accumulation des rejets agricoles (Faton, 2003).

2.3.3 Indices de diversité Shannon Weaver (H), diversité maximale (H_{max}), d'équitabilité (E) et indice de similarité de Jaccard

Tableau 15 : Indice de diversité Shannon Weaver (H), indice de diversité maximale H_{max} et l'indice d'Equitabilité (E) des odonates capturés dans la wilaya de Tiaret.

Stations	H	Hmax	E
Seb1	1,05	2	0,52
Seb2	1,3	2	0,65
DahI	1,37	2	0,68
DahII	/	/	/
Tou	1,84	2,58	0,71
Siou	1,07	2	0,53
SiHI	1,25	2	0,62
SiHII	0,92	1	0,92
Ouli	/	/	/
Msfa	1	2	0,5
BRA	1,86	2,59	0,71

A l'exception des deux stations Dahmouni II et Oued lili dans l'absence des odonates ne permet pas de calculer les indices de diversité H et d'équitabilité E, tous les autres stations présentent des valeurs qui peuvent être discuter Les stations Tousnina, Sidi Hosni II et BRA sont caractérisées par des peuplements diversifiés et équilibrés, le peuplement le moins diversifié est celui de la station de M sfa dont l'effectif de l'espèce *Platycnemis subdilatata* atteint 100 individus tandis qu'on a enregistré la présence de 6 individus seulement de *Calopteryx haemorrhoidalis*. Suite aux résultats du tableau les autres stations citées sont caractérisées par des peuplements dites moyennement équilibrés.

Tableau 16: Matrice de similitude des 11 stations étudiées.

Stations	Seb1	Seb II	Dah I	Dah II	Tous	SiOu	SiHoI	SiHoII	Ouli	Msfa	BRA
Seb I	1	0,14	0,33	0	0,25	0,14	0,16	0,5	0	0,14	0,12
Seb II		1	0,14	0	0,42	0,6	0	0,2	0	0,42	0,28
Dah I			1	0	0,25	0,33	0,16	0,2	0	0,33	0,28
Dah II				0	0	0	0	0	0	0	0
Tous					1	0,66	0	0	0	0,66	0,57
SiOu						1	0	0	0	1	0,5
SiHo I							1	0,25	0	0	0,14
SiHo II								1	0	0	0
Oulili									0	0	0
Msfa										1	0,5
BRA											1

Les stations de Dahmouni II et Oued lili présentent un indice de similarité égale à zéro suite à l'absence totale des odonates. Vu la présence de plus de 50 % des espèces dans la station de Tousnina, cette station présente un indice de similarité important ($I = 0,66$) avec les stations de Sidi Ouadah et Msfa qui se situent tous les trois dans la même zone de Oued El Mina, et une valeur de similarité de 0,57 avec la station de BRA.

Les stations qui présentent une similarité dite moyenne entre eux ($I = 0,5$) sont BRA-Sidi Ouadah, BRA-M sfa, Sidi HosniII-Sebaine II, les stations de Sidi Hosni I et II caractérisées par une richesse spécifique très faible (2 espèce seulement par station) présente un indice de similarité nul ($I = 0$) avec plusieurs autre Stations.

2.3.4 Analyse statistique des données odonatologique

L'analyse factorielle des correspondances a permis de mettre en évidence les préférences que présentent les odonates pour leur habitat et la période d'apparition et de disparition des odonates durant un intervalle de la période d'étude (d'échantillonnage).

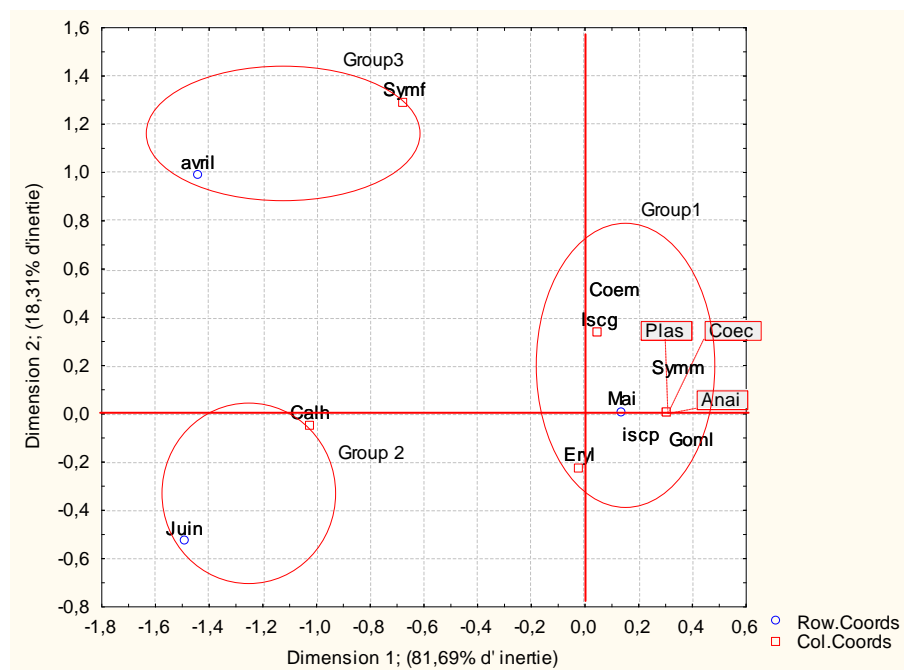


Figure 48: Présentation AFC de la distribution temporelle des espèces d'odonates

L'analyse fournit les pourcentages d'inertie expliquée par chacun des axes, d'après la figure 46, l'essentiel de l'information sera fournie par les axes 1 et 2 (qui absorbent

respectivement : 81.69% et 18.31% de l'inertie totale du nuage de points. La projection du nuage de points (mois d'échantillonnage et espèce) sur le plan formé par les axes 1 et 2 constitue 3 groupes : l'axe 1 est formé par 2 groupes :

Coté positif : les espèces, *Ischnura graellsii*, *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion caerulescens*, *Platynemis subdilata*, *Anax imperator*, *Gomphus lucasii*, *Sympetrum meridionale*, *ischnura pomulio* présente le mois de Mai présente le Groupe 1.

Coté négatif : L'espèce *Erythromma lindenii*, appartient au Groupe 1 et l'espèce *Calopteryx haemorrhoidalis* dans le groupe 2 caractérise le mois de Juin

L'axe 2 formé par un seul groupe dans le coté positif formé par l'unique espèce *Sympecma fusca* caractéristique du mois d'Avril.

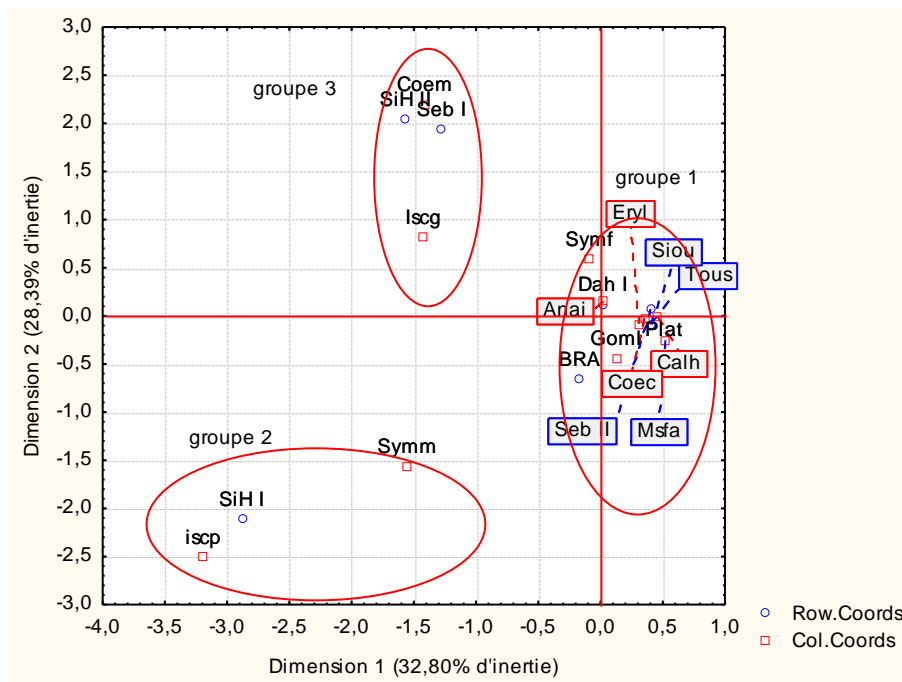


Figure 49: Présentation AFC de la distribution des espèces d'odonate selon les stations étudiées

Contrairement au cas précédent, les deux axes recèlent une signification claire formant 3 groupes hétérogènes, l'axe 1 (32,80 % de l'inertie) constitué du groupe 1 dont on trouve 6 espèces et 5 stations (*Erythromma lindenii*, *Coenagrion caerulescens*, *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Platynemis subdilata*, *Anax imperator*, Sidi Ouadah, Tousnina, Sebaïne

II, *Machraa sfa*) dans le coté positif, tandis que le coté négatif est présenté par l'espèce *Sympetma fuscae* et la station de Barrage Rass Alaïne (BRA).

L'axe 2 (28,39% d'inertie) représente les Groupe 2 et 3 ;

Le Groupe 2 situé au niveau du coté négatif de l'axe, regroupe une seule station Sidi Hosni I et deux espèces *Ischnura pomulio* et *Sympetrum meridionale*.

Le Groupe 3 situé au niveau positif de l'axe formé des stations de Sidi Hosni II, Sebaine I et les espèces *Coenagrion mercuriale*, *Ischnura graellsii*.

2.3.5 Analyse écotoxicologique des résultats

Au niveau des écosystèmes lentières, les odonates et les autres macroinvertébrés benthiques (aquatiques Coléoptères, Hémiptères) sont les insectes les plus largement utilisés, car ils sont taxonomiquement les plus riches en espèces, leur écologie et distributions nationales sont bien documentées, et ils se retrouvent dans une grande variété d'habitats (Savage, 1982; Foster et al, 1992; Sahlén et Ekestubbe, 2001; Bilton et al, 2006). La majorité des espèces de ces taxons sont aussi des prédateurs, dont le nombre est signalé comme étant un indicateur important de qualité environnementale pour un site donné (Davis et al, 1987). Tous trois groupes ont également tendance à réagir de manière prévisible aux variations physico-chimiques de l'environnement (Macan, 1954; Nilsson et al, 1994; D'Amico et al, 2004).

Il est admis qu'un recensement des libellules fournit une première indication rapide et peu coûteuse de l'état ou de la richesse d'un lac ou d'une rivière (Moore, 1997). Les inventaires systématiques des cours d'eau nord-africains ne sont pas légion à un moment où les changements globaux vont bouleverser la biodiversité régionale. (Khelifa, et al., 2011)

Le tableau suivant présente la corrélation entre le facteur biotique odonate (richesse spécifique) et quelques facteurs abiotiques qui présentent les résultats des analyses physico-chimiques des eaux prélevées sur les mêmes biotopes des odonates ;(Température (T), pH, Oxydo-réduction (Ox-Re), Résistivité, Total Dissolved Solide ou solides totaux dissous (TDS), Salinité, Oxygène dissous (O₂), Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅), Conductivité.

Tableau17 : Corrélacion entre paramètres physico-chimique et richesse spécifiques des odonates.

La corrélation est significatif lorsque $p < ,05000$									
	T	pH	Ox-Re	Résistivité	TDS	Salinité	O dissout	DBO	Conductivité
RichessS	-,3476	-,5827	,5963	,3172	-,0984	-,0860	-,5874	-,4952	-,0990
	$p=,295$	$p=,060$	$p=,053$	$p=,342$	$p=,774$	$p=,801$	$p=,057$	$p=,121$	$p=,772$

Les résultats représentés dans le tableau montrent l'inexistence d'aucun liens entre la richesse spécifique et les paramètres abiotiques étudiés, une étude similaire réalisée par (PIMP, 2011) entame un suivi des paramètres de qualité de l'eau: conductivité, oxygène dissous et température, affirme les mêmes résultats ceci est interprété par l'influence d'autre paramètres abiotique comme l'altitude et le débit d'écoulement des eaux, ou d'autre paramètres biotiques comme la présence ou non des macrophytes (Perrottet, 2009) destinées à l'insertion des œufs pour les odonates endophytes. (Ndiaye, 2010) .

La corrélation est significatif lorsque $p < ,05000$									
	T	pH	Ox-Re	Résistivité	TDS	Salinité	O dissout	DBO	Conductivité
abondance	-,5256	-,7475	,7560	,1524	-,1970	-,1929	-,4510	-,6720	-,1967
	$p=,097$	$p=,008^{**}$	$p=,007^{**}$	$p=,655$	$p=,562$	$p=,570$	$p=,164$	$p=,024^*$	$p=,562$

Tableau 18 : Corrélacion entre paramètres physico-chimique et abondance totale des odonates.

Le tableau précédent présente un lien significatif entre trois paramètres : le pH, l'Oxydo-réduction et la DBO₅ avec l'abondance des odonates ($p < 0,05$).

2.3.5.1 Effet de la température :

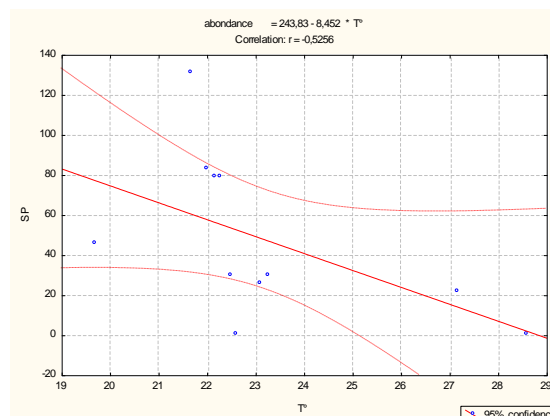


Figure 50 : Corrélacion linéaire entre température T° et abondance des odonates.

Anova entre T° et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	p
T°	29253,00	5	5850,600	2,854	0,116
Erreur	12296,00	6	2049,333		

Tableau 19: Analyse de la variance entre température T° et abondance des odonates.

Malgré l'importance de la température comme facteur écologique, aucune corrélation linéaire significative entre température de l'eau et abondance total des odonates n'est soulignée $r = 0,525$

Le tableau 20 montre que la température n'exerce aucun effet significatif sur l'abondance des odonates $p = 0,11$

En absence de valeurs limites des températures maximales supportées par les odonates, et bien que les modèles de richesse et de menace sont remarquablement similaires chez les libellules, les poissons (Simaika, et *al.*, 2012) on prend la valeur de température maximale des Cyprinidé (28°C) (Rodier, et *al.*, 2009) comme référence. Toutes les stations étudiées présentent des eaux dont la température est inférieure à 28°C à l'exception de la Station de Dahmouni II Caractérisée par une absence des odonates. Selon (Rodier, et *al.*, 2009) L'élévation de température s'accompagne d'une modification de la densité qui décroît lorsque la température croît, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation), d'une diminution de la solubilité des gaz (oxygène), ainsi la plupart des réactions biochimiques sont activés par une élévation de température et l'autoépuration sera favorisée.

Les élévations de température peuvent êtres nuisibles pour les espèces demandant une eau riche en oxygène, et favorise la mortalité de certains espèces ou le développement de certain autre.

2.3.5.2 Effet du pH :

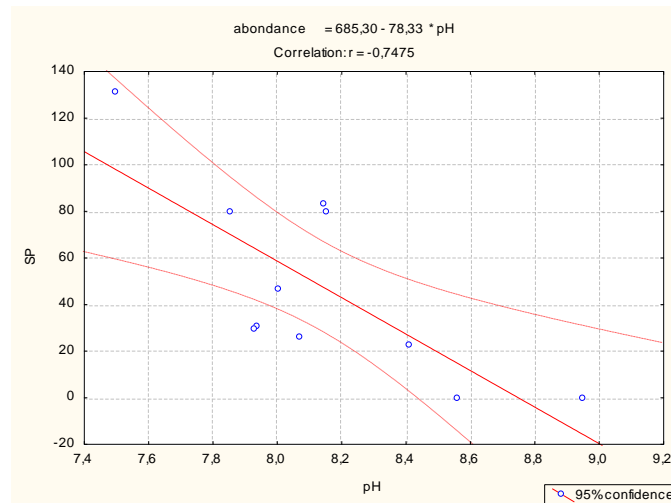


Figure 51: Corrélation linéaire entre pH et abondance des odonates

Anova entre pH et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	p
pH	36565,50	3	12188,50	19,566	0,0004***
Erreur	4983,50	8	622,94		

Tableau 20: Analyse de la variance entre pH et abondance des odonates.

La figure 51 montre une corrélation linéaire négative très hautement significative entre le pH comme paramètre abiotique et l'abondance totale des odonates.

L'analyse de la variance résumée dans le tableau 21 montre un effet très hautement significatif ($p = 0,0004$) du pH sur l'abondance des odonates.

Un changement dans la chimie de l'eau, en particulier en ce qui concerne l'acidité est connu pour influencer la composition des communautés lenticques de macro-invertébrés aquatiques. (Jonssens & Stoks, 2013). Le pH peut jouer un rôle sélectif pour les organismes qui ne peuvent pas survivre dans des conditions de pH acide ainsi l'importance du pH est démontrée par la présence de corrélation pH acides avec les valeurs les plus faibles de richesse spécifique des plantes, des invertébrés et des amphibiens, les eaux alcalines favorisent généralement une faune riche et variée, alors que les eaux acides faiblement minéralisées limitent le développement de la flore (Hinden, et al., 2005). Une étude réalisée sur l'évaluation de la qualité écologique des petits plans d'eau basée sur les communautés des macroinvertébrés par (Perrottet, 2009) affirme que le pH montre une relation positive

avec les odonates. En outre, Darwall et *al.* (2011b) confirme que les modèles de richesse et de menace sont remarquablement similaires chez les libellules, les poissons, les mollusques et les crabes à l'échelle continentale, en particulier dans Méditerranée Afrique du Nord (Simaika, et *al.*, 2012). La valeur du pH compatible avec la vie des poissons est comprise entre 5 et 9. Cependant, pour la plupart des espèces aquatiques, la zone de pH favorable se situe entre 6 et 7,2. Toutefois, En dehors des problèmes de pollution chimique, les eaux très alcalines peuvent présenter des peuplements riches et diversifiés. Au niveau de notre étude tous les biotopes humides présentent une eau alcaline dont les valeurs varient entre 7,5-8,9, ainsi les stations de DahmouniII et Oued lili présentent les valeurs de pH les plus élevés (8.5 et 8.9) coïncide avec l'absence totale des odonates.

L'action du pH se fera surtout sentir par l'influence qu'il exerce sur les équilibres chimiques des substances dissoutes dans l'eau ; la toxicité d'un élément donné sera fonction du pH : par exemple l'azote ammoniacal aura peu d'influence sur la faune aquatique tant que le pH restera inférieur à 8, car sous sa forme ionisée il est peu toxique, alors que sous sa forme non ionisée NH₃, sa toxicité est beaucoup plus élevée.

2.3.5.3 Effet de l'oxydo-réduction

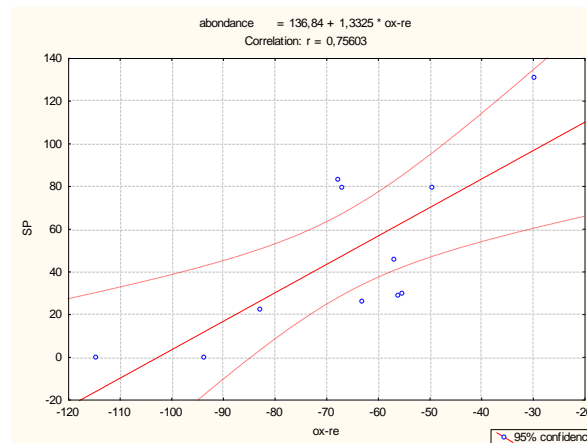


Figure 52 : Corrélation linéaire entre oxydo-réduction et abondance des odonates.

Anova entre Ox-re et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	p
ox-re	25060,10	2	12530,05	6,839	0,015*
Erreur	16488,90	9	1832,10		

Tableau 21:Analyse de la variance entre oxydoréduction et abondance des odonates.

La figure 52 désigne une corrélation linéaire significative entre les deux paramètres, $r = 0,756$

Le tableau 21 montre que l'oxydoréduction a une influence hautement significative sur l'abondance des espèces dont $p = 0,015$.

Les processus ou phénomènes d'oxydation et de réduction sont très importants dans les milieux naturels aquatiques tant au niveau de la chimie de l'eau (dissolution ou précipitation des métaux, oxydation par l'oxygène, par photolyse ou par biodégradation des composés organiques dont les micropolluants, etc.) qu'à celui de la microbiologie, la biologie et la vie aquatique (Rodier, *et al.*, 2009). L'eau alcaline ionisée est un agent antioxydant, car elle a une valeur de potentiel rédox négative et elle est capable de faire don de ses électrons supplémentaires afin de neutraliser les effets indésirables des radicaux libres dans l'organisme : la station de Dahmouni II présente une valeurs d'oxydo-réduction de -114,6 ce qui montre des traces de pollution dans cette station qui ne marque aucune citation d'odonate, l'autre station qui présentent une valeur proche est la station de Oued Lili (-93,5 mV) est caractérisée par une absence totale des odonates.

La station qui présente la valeur minimale de potentiel rédox est celle de Mashraa sfa (29,5) présente une abondance très élevée (131 individus).

2.3.5.4 Effet de la résistivité :

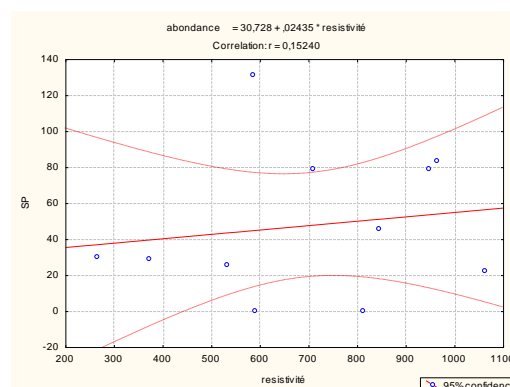


Figure 53: Corrélation linéaire entre résistivité et abondance des odonates

Anova entre Resistivité et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	P
résistivité	25784,90	2	12892,45	7,360	0,012*
Erreur	15764,10	9	1751,57		

Tableau 22: Analyse de la variance entre Résistivité et abondance des odonates.

La figure 53 montre une corrélation non significative entre le résistivité et l'abondance des odonates $r = 0,152$.

Le tableau 22 montre un effet significatif exercé par la résistivité sur l'abondance des odonates $p = 0,012$.

La conductivité est l'inverse de la résistivité ; elle s'exprime en Siemens par mètre (S/m) (Rodier, et al., 2009). donc la signification des résultats de la résistivité est la même dans la partie qui entame l'effet de la conductivité.

2.3.5.5 Effet de TDS :

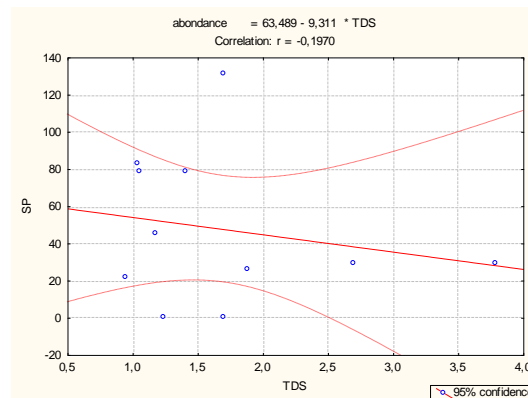


Figure 54: Corrélation linéaire entre valeurs de TDS et abondance des odonates.

TDS vs Nbr sp					
	Somme des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	P
TDS	26242,78	3	8747,593	4,572045	0,038*
Erreur	15306,22	8	1913,278		

Tableau 23: Analyse de la variance entre TDS et abondance des odonates.

La figure 54 montre une corrélation linéaire non significative entre TDS et abondance des odonates $r = - 0,197$.

Le tableau 21 montre que la TDS exerce un effet significatif sur l'abondance des odonates $p = 0,038$.

Une étude menée par (Venkateswarlu, 1996) permet la classification des eaux selon leur salinité à travers la mesure de la TDS, tous les stations d'étude présente une eau peu saline à l'exception de deux stations Sebaine I et BRA qui présentent successivement eau moyennement saline et eau fraîche.

2.3.5.6 Effet de salinité :

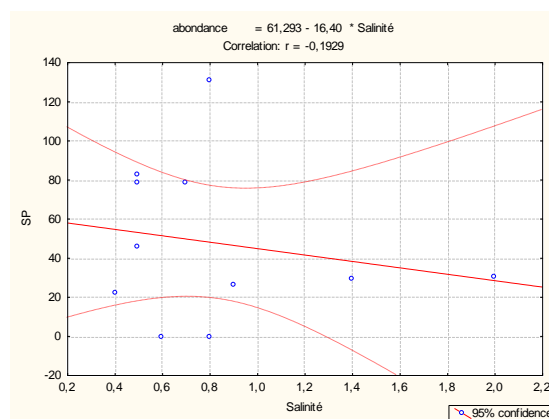


Figure 55: Corrélation linéaire entre salinité et abondance des odonates.

Anova entre Salinité et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dII	Moyenne des carrés	F	P
Salinité	32143,83	8	4017,979	1,281	0,462
Erreur	9405,17	3	3135,056		

Tableau 24: Analyse de la variance entre salinité et abondance des odonates.

La figure 55 montre l'inexistence de corrélation significative entre salinité et abondance des odonates $r = -0,192$

Le tableau 24 affirme que la salinité n'exerce aucun effet significatif sur l'abondance des odonates.

Nous n'avons réussi à trouver aucun lien significatif entre le facteur salinité d'eau et abondance des odonates ceci peut être interprété par nos résultats très similaires au niveau des stations d'études, dont le maximum de salinité est enregistré dans la station Sebaine I. Dans un milieu aquatique, l'interaction des eaux avec les roches du bassin versant influencés par

l'évaporation qui sont responsables de l'augmentation du taux de salinité (Kloppman, et *al.*, 2011). La diminution du niveau d'eau était remarquable à chaque visite.

2.3.5.7 Effet de l'oxygène dissout :

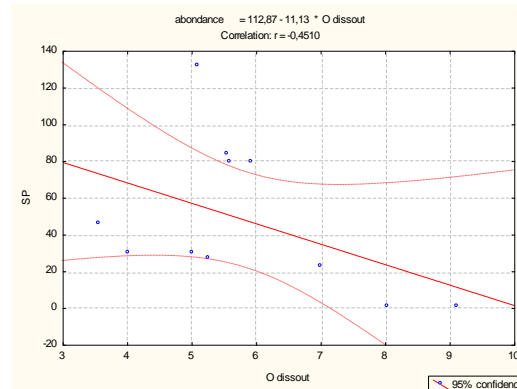


Figure 56: Corrélation linéaire entre valeurs d'oxygène dissout et abondance des odonates.

Anova entre O dissout et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	P
O dissout	28125,00	3	9375,000	5,587	0,023*
Erreur	13424,00	8	1678,000		

Tableau 25: Analyse de la variance entre oxygène dissout et abondance des odonates.

La figure 56 montre une corrélation linéaire non significative entre le paramètre oxygène dissout et l'abondance des odonates $r = 0,451$ au contraire le tableau 25 montre que le paramètre cité a un effet significatif sur l'abondance des odonates $p = 0,0230$.

La diminution en oxygène dissout, favorise une augmentation de la concentration en CO_2 ce qui provoque un changement au peuplement des odonates, et variation successive de richesse spécifique (Cottureau, 2005) traduisant un effet négatif sur l'abondance des odonates.

2.3.5.8 Effet de la DBO :

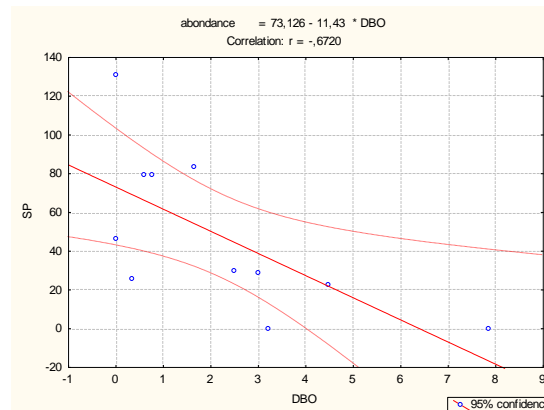


Figure 57: Corrélation linéaire entre valeurs de DBO et abondance des odonates.

Anova entre DBO et abondance des odonates					
	Sommes des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	P
DBO	31868,13	3	10622,71	8,778	0,006**
Erreur	9680,88	8	1210,11		

Tableau 26 : Analyse de la variance entre DBO et abondance des odonates.

Selon la figure 57 il existe une corrélation négative $r = -0,672$, le tableau 27 affirme que la DBO exerce un effet hautement significatif sur l'abondance des odonates $p = 0,006$

Le paramètre DBO_5 est utilisé pour établir un classement qualitatif des eaux et définir l'altération du milieu par les matières organiques biodégradables.

Qualité

$DBO_5 < 3$ Très bonne

$3 < DBO_5 < 5$ Bonne

$5 < DBO_5 < 8$ Moyenne

$DBO_5 > 8$ Mauvaise, voire très mauvaise (Rodier, et al., 2009)

En se basant sur les résultats de La DBO_5 , les stations qui présentent une qualité d'eau très bonne, coïncident avec les valeurs d'abondance les plus élevées : la station de Msfa par exemple qui présente une qualité très bonne des eaux ($DBO_5 = 0$) attient une abondance de 131 individus (la valeur maximale dans notre étude). La valeur maximale de DBO_5 est celle

propre à la station de Dahmouni II (7,86 mg d'O₂/L) loin de la limite des eaux de mauvaise qualité coïncide avec l'absence total des odonates.

Une DBO₅ moyenne ou faible se traduit par la présence de pesticide ou de quelques toxiques, vu la localisation de la majorité des stations étudiées à coté des terres cultivées, ont les deux un effet négatif sur la disparition des odonates (Cottreau, 2005).

2.3.5.9 Effet de la conductivité :

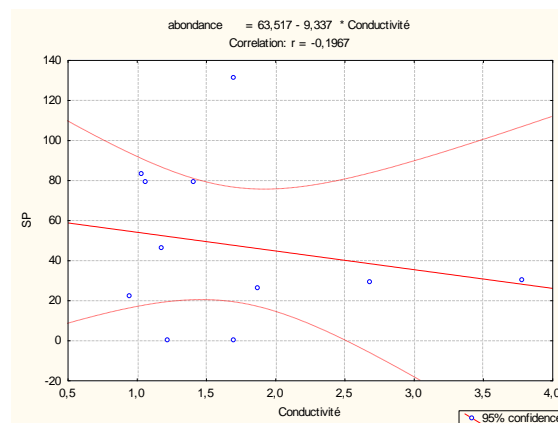


Figure 58: Corrélation linéaire entre conductivité et abondance des odonates

Anova entre Conductivité et abondance des odonates					
	Somme des carrés	dll	Moyenne des carrés	F	p
Conductivité	25784,90	2	12892,45	7,360	0,012*
Erreur	15764,10	9	1751,57		

Tableau 27: Analyse de la variance entre conductivité et abondance des odonates.

Les résultats de l'analyse de la conductivité ne montrent aucun lien avec l'abondance des odonates, La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier, et *al.*, 2009). Toutes les stations étudiées présentent une eau d'une minéralisation élevée à l'exception d'une station (BRA) qui présente une eau caractérisée par une minéralisation importante.

Selon (Hinden, et *al.*, 2005) une conductivité inférieure à 156µS/ cm est considérée comme un facteur positif pour la biodiversité des étangs, au contraire des valeurs supérieures à 600µS/ cm sont associées à des impacts négatifs sur la biodiversité parce que les sels dissous dans l'eau exercent une pression osmotique sur les organismes qui y vivent. Ceci

parait clair dans nos résultats les stations Sebaine II, Dahmouni I, Tousnina, Sidi Ouadeh qui présentent une conductivité inférieurs à $141\mu\text{S}/\text{cm}$ présente une richesse spécifique importante, à l'exception de la station Dahmouni II caractérisée par une absence total des odonates. L'absence d'un effet significatif de la conductivité sur la richesse spécifique des odonates est interprétée par la taille d'échantillonnage qui ne permet pas d'avoir des résultats significatifs satisfaisants.

Conclusion

3 Conclusion

Cette étude traite pour la première fois la faune odonologique de la wilaya de Tiaret, onze stations ont été investies présentant des habitats différents entre milieux lotiques et lenticques, quatre stations sont situées dans la zone de Nahr Ouassel (Sebaine I et II, Dahmouni I et II), trois stations sont situées dans la zone de la Mina (Tousnina, Sidi Ouadah, Mashraa sfa) et les deux dernières stations sont situées dans la Zone de Oued Rhiou et Teguiguest (Oued Lili, BRA).

Au cours de ce travail consacré essentiellement à l'étude de l'odonatofaune et ses interactions avec le milieu de vie, il nous paraît intéressant d'exposer les résultats originaux auxquels nous avons aboutis.

L'inventaire exhaustif des odonates a permis d'établir une liste préliminaire de 11 espèces. Les zygoptères représentés essentiellement par quatre familles, les Lestidae (*Sympcma fusca*), Platcnimydae (*Platycnemis subdilatata*), les Calopterigidae (*Calopteryx haemorrhoidalis*) et les Coanagronidaes (*Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion caerulescens*, *Ischnura graellsii*, *Ischnura pomulio*).

Les anisoptères sont à eux représentés par 3 familles représentées chacune par une seule espèce les Ashenidae (*Anax imperator*); les Libelliludea (*Sympetrum meridionale*) et les Gomphidaes (*Gomphus lucasii*).

La distribution spatiotemporelle des espèces capturées a été analysée au niveau global et au niveau des stations de celui-ci, par des analyses statistiques pertinentes, montrant les différences entre secteurs et la distribution phénologique de ces espèces en fonction des mois.

La diversité a été exploitée par divers indices écologiques, notamment la richesse spécifique, l'abondance et l'indice de Shanon-Weaver, l'équitabilité et l'indice de similitude afin de comparer ces biotopes.

Cette étude confirme que l'abondance des odonates est influencée par quelques paramètres physicochimiques de l'eau ce qui jette la lumière sur leur rôle bioindicateur dans la surveillance des écosystèmes aquatiques.

Les résultats relatifs aux analyses physicochimiques des eaux prélevées sur les mêmes stations échantillonnées ont permis d'aboutir aux points suivant :

Les odonates se développent sur des milieux à pH alcalin (7,5 à 8,5), les milieux aux pH supérieurs sont caractérisés par une absence totale des ces insectes.

Nos résultats montrent que les odonates présentent une certaine sensibilité aux biotopes dont les eaux ont une température supérieure à 28,5°C. Pour les larves des odonates exclusivement aquatiques caractérisées par une respiration tégumentaire, la quantité d'oxygène dissous est très importante ; et puisque notre étude étaient consacrée au stade adulte ne nous pouvons pas mentionner les valeurs d'oxygène dissous exigées par les odonates, mais ce qui est remarquable dans notre étude que ces insectes marquent leur présence dans des milieux où le taux d'oxygène dissous varie entre 3,57- 8,04mg/L.

Toutes les eaux signalant une présence des libellules sont caractérisées par un potentiel rédox négatif vu leur alcalinité, inférieur à 8,3mV.

Des études antérieures (Hinden, et al., 2005) ont trouvé que des valeurs de conductivité < 156µS/cm influe positivement sur l'évolution des odonates tant dis que nos résultats montre des valeurs légèrement inférieurs <141µS/cm.

D'une façon plus globale et reposant sur les résultats obtenue par l'analyse de DBO₅ les odonates préfèrent peupler et se développer sur les eaux lotique d'une très bonne qualité (DBO₅< 3mg d'O₂/L), et les eaux lenticule d'une bonne qualité (3 > DBO₅>5).

En perspectives il serait souhaitable d'élargir ce travail par ;

- La réalisation d'échantillonnages de toutes formes odonotologiques notamment les larves et les exuvies.

- Maximiser les efforts afin de permettre l'exploration d'autres sites vulnérables pouvant abriter des espèces non encore découverte.

- Etude écologique approfondies et statuts des espèces endémiques et vulnérables

-Effectuer une étude écotoxicologique proprement dite qui entame l'effet des polluants toxique (mercure, plomb) sur le développement de ces insectes.

L'ensemble de ces données vont contribuer à une meilleure gestion rationnelle de l'odonatofaune et des milieux dulçaquicoles dans un cadre de développement durable et de préservation de notre biodiversité.

Références bibliographiques

4 Bibliographie

Abellan, P D, Sanchez-Fernandez; Velasco, J et Millan, A. 2005b. *Propuesta de una metodología para evaluar la vulnerabilidad de insectos* Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A). 2005b. pp. 36:4-8.

Abellan, P D, Sanchez-Fernandez et Velasco, J et Millan, A. 2005a. *Assessing conservation priorities for insects: status of water beetles in southeast Spain.* s.l. : Biological Conservation, 2005a. pp. 121:79-80.

Baeta, R et Sansault, E. 2011-2015. *Atlas des odonates D'indre Et Loire.* s.l. : Association Naturaliste d'Etude et de protection des écosystème (A.N.E.P.E) CAUDALIS, 2011-2015. p. 15, Présentation du projet.

Barre, B et Mazue, D. 2007. *Suivi des effets des travaux de suppression d'un complexe de cinq étangs sur les odonates – forêt de Châtillon.* 2007. p. 15.

Bilton, D T, McAbendroth, L et Bedford, A et Ramsay, P M. 2006. *How wide to cast the net? Cross-taxon congruence of species richness, community similarity and indicator taxa in ponds.* s.l. : Freshw. Biol., 2006. pp. 578-590. 51.

Bolbaoca, D S et Jantshit, L. 2006. *EstmPearson vers spearman. kendell's Tau corrélation Analysis on structure. Activity relationships of Biologic active compounds.* s.l. : Leonardo Journal of sciences, 2006. pp. 179-200.

Carrel, G, Berthelmy, D et Auda, Y et Chassel, D. 1986. *Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées; Utilisation en hydrobiologie.* s.l. : Acta Oecologica, 1986. pp. 189-2003. 7.

Cheriak, L. 1993. *Etude de la reproduction et développement des odonates du Lac Bleu (El Kala).* M.Sc.thesis. Annaba : University of Annaba, 1993.

Chovanec, A et Waringer, J. 2001. *Ecological Integrity of river/ Floodplain. assesment by dragonfly surveys.* s.l. : Regulated Rivers: Reaserch & Mannagement, 2001. pp. 493-507. 17.

Corbet, P S. 1999. *Dragonflies:behaviour and ecology of Odonata*. Harley, Colchester : s.n., 1999.

Corbet, P S. 1954. *Seasonal régulation in british dragonflies*. London : Nature, 1954. p. 147;655;777.

Cotrel, N et Roullier, P. 2007. Atlas commenté des odonates des deux sèvres. *Rvue naturaliste des deux sèvres Nature Environnement*. 2007, pp. 56-76.

Cotrel, N et Roullier, P. 2007. Bilan de 15 ans d'inventaire des odonates en deux sèvres. *Deux Sèvres Nature Environnement Bilan de 15 ans d'inventaire des odonates en deux sèvres*. 2007. 1, pp. 44-55.

Cotrel, N ; Gailledrat, M; Jourde, P; Precigout, L et Prud'homme, E 2007. *Liste rouge des libellules menacées du Poitou-Charente.Statue de conservation des Odonates et priorité d'action*. s.l. : Poitou-Charente Nature, Fontaine le comte, 2007. p. 48.

Cottureau, V. 2005. Recherche d'une relation entre Odonates, pratiques piscicoles et végétation. *Martinia*. 2005, 21(3), pp. 91-107.

D'Amico, F; Darblade, S; Avignon, S; Blanc-Manel, S; Ormerod, S J. 2004. *Odonates as indicators of shallow lake restoration by liming: comparing adult and larval responses*. s.l. : Restor.Ecol., 2004. pp. 439–446. 12.

Darwall, W.R T ; Smith, K G; Allen, D J; Holland, R J; Harrison, I J; Brooks, E.G E 2011b. *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity of Africa:Underwater, Under Threat*. s.l. : IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK,, 2011b. p. 348.

Davis, J A, Rolls, S W et Balla, S A. 1987. *The role of the Odonata and aquatic Coleoptera as indicators of environmental quality in wetlands*. In: Mayer, J.D.(Ed.), *The Role of Invertebrates in Conservation and Biological Survey*. WesternAustralian Department of Conservation and Land Management, Aus. 1987. pp. 31-42.

De Marmels, J. 1996. *Odonata of Beliz*. s.l. : Odonatologica, 1996. pp. 17-29. 25 (1).

Dijkstra, K-D B. 2007. *Demise and rise: the biogeography and taxonomy of odonata of tropical Africa*. s.l. : PhD Thesis, Leiden University, 2007. pp. 143-187.

Dommanget, J L. 2000. *La conservation des couleurs et la préparation des libellules destinée à la collecte de référence.* 2000. p. 7, Document technique. 22.

Dommanget, J L, Prioul, B et Gajdos, A et Boudot, J P. 2008. Document préparatoire à une liste rouge des odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire. [éd.] SFO. s.l. : SFO, 2008. p. 44.

DRH. 2013. *communication personnelle.* 2013.

Dumont, H J. 1978. *Odonate d'Algérie principalement du Hoggar et d'oasis du sud.* s.l. : Bulletin et Annale de la Société Royale de Belgique, 1978. pp. 99-106. 113.

Dupont, P. 2001. *Programme national de restauration pour la conservation des lépidoptères diurnes. Rapport de l'Office pour l'information écoentomologique.* s.l. : OPIE, 2001. p. 22.

ECOGEA. 2000. *Analyse des peuplements des invertébrés benthiques sur les stations à Moules (Margaritifera margaritifera) du Cousin.* 2000. p. 67.

Elhaisoufi, M, Bennis, N et Elmouhdi, O et Millan, A. 2010. *Analyse préliminaire de la vulnérabilité des odonates (odonata) du rif occidental (Nord du Maroc).* 345-354. Tétouan : s.n., 2010.

Elhaisoufi, M ; Lmohdi, O; Bennis, N; Mellado, A et Millan, A. 2008. *Les Odonates du bassin versant de laou (Rif occidental de Maroc).* Rabat : Travaux de l'institut scientifique, 2008. pp. 45-59. n°5.

Européan Environment Agency, EEA. 2008. *Ecosystem Accounting for the Cost of Biodiversity.* 2008.

Faton, J M. 2003. *Inventaire des libellules (odonata) de la "Crau Humide" site Natura 2000 PR 100.* 2003. p. 50.

Fichfet, V. 2006. *L'érosion de la biodiversité: les libellules et demoiselles.* centre de recherche de la nature des forêts et des bois. Wallon : s.n., 2006. p. 9, analytique.

Foster, G N ; Nelson, B H; Bilton, D T; Lott, D A; Merritt, R; Weyl, R S; Eyre, M D. 1992. *A classification and evaluation of Irish water beetle assemblages.* s.l. : Aquat.Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 1992. pp. 185–208. 2.

FRAPNA. 2009. *Mise en place d'un suivi des Odonates, macrophytes aquatiques et semi-aquatiques ; Inventaire des habitats naturels des zones humides du bassin versant du Lez.* s.l. : SMBVL Syndicat Mixte du Bassin Versant de Lez, 2009. p. 50.

Gardner, A E. 1950. *The life history of Aeshna mixta Latreil (Odonata).* s.l. : Entomologist's Gazette1, 1950. pp. 128-138.

Golfieri, B, Surian, N et Harderson, S et Mailoni, B. 2012. *Assessment of morphological and ecological conditions of Italian alpine rivers using the Morphological Quality Index IQM and Odonata.* s.l. : B3 Habitat, 2012. p. 3.

Gordeau, V ; Bomette, G; Frochot, B; Amoros, C; Castelle, E; Oertli, B; Chambau, D F; Oberti, D et Craney, E. 1999. *Biodiversité in the floodplaine of Saône:a globa lapproach.* Genève : Biodiversité and conservation, 1999. pp. 839-864. 8.

Held, U. 2010. *Pièges de corrélation: les coefficients de corrélation Pearson et Spearman, Biostatistique Hourten.* 2010.

Hinden, H ; Oertli, B; Menetrey, N; Sager, L; Lachavanne, J B. 2005. *Alpine pond biodiversity what are the related environmental variables?* s.l. : Aqua.Conser: Mar.Freshw.Ecosyst, 2005. pp. 613-625. 15.

Houchine, S. 2011. *Recherche sur la faunistique et l'écologie des microinvertèbrés des cours d'eau de Kabylie.* Tizi ouzou : s.n., 2011. p. 106.

Jaquemin, G et Boudot, J P. 1999. *Les libellules (Odonates) du Maroc.* s.l. : SFO, 1999. p. 150.

Jaquemin, G. 1994. *Odonate of the Rif, Northern Morocco.* s.l. : Odonatologigica, 1994. pp. 217-237.

Jonssens, L et Stoks, R. 2013. Exposure to a widespread non pathogenic bacterium magnifies sublethal pesticides effects in the damselfly *Enallagma cyathigerum*: from the suborganismal level to fitness related traits. *Environnement pollution*. 2013, pp. 143-149.

Jourde, P. 2005. *Les libellules de Charente-Maritime. Bilan de sept années de prospection et d'étude des odonates : 1999 - 2005.* Charente-Maritime : s.n., 2005. p. 144.

Jourde, P. 2010. Les Odonates biologie et écologie 2. [éd.] Poitou-Charentes Nature. 2010, pp. 31-35.

Jourde, P. 2010. Les Odonates biologie et écologie 1. 2010, 2, pp. 3-8.

Jourde, P. 2009. *Libellules du poitou-Charentier.* [éd.] Poitou-Charentes Nature. 2009. p. 256.

Khalaf, G ; Slim, K; Abi-Ghanem, C; Nakhté, K; Fakhri, M. 2009. CARACTERISATION ET CORRELATION DES PARAMETRES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DES EAUX DU NAHR EL BARED. *Lebanese Science Journal*. 2009, Vol. 10, 1, p. 21.

Khelifa, R ; Youcefi, A; Kahlerras, A; Alfarhan, A; Al-Rasheid, K A S Boudjema, S. 2011. *l'Odaunatophone (Insecta:Odonata) du bassin de la seybousse en Algérie: Intéret pour la biodiversité du Maghreb.* *Rev Ecol (Terre Vie)*. Annaba : s.n., 2011. pp. 55-66.

Kimmins, D A. 1934. Report on the insectes collected by the colonel R.Meinertzhagen in the ahaggar montains.III.Odonata. s.l. : Annals and Magazine of Natural History (serie 10), 1934. pp. 151-157.

Klein, J P et Berchtold, J P. 1998. *Les Odonates de la réserves naturelles rhénanes d'Erstein d'Offendorf et de Rhnau (Bas Rhin, France).* Strasbourg : s.n., 1998. p. 18.

Kloppman, W, Bourhane, A et Sfirane, F. 2011. *Méthologie de diagnostic de l'origine de la salinité des masses d'eau. Emploi des outils géochimique, isotopique et géophysique.* s.l. : BRGM, 2011. pp. 14, 121.

Kolbe, H J. 1885. *Beitra zur Kenntniss der Pseudoneuroptera Algeriens und der Ostpyrenäen.* Berlin : Berliner Entomologische Zeitschrift, 1885. pp. 609-634. 29.

Lacroix, J L. 1925. *Quelques Névroptères (sens.Lat.) d'Afrique. Bulltin de la Societé d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nort.* 1925. pp. 258-263. 16.

Lawton, J H, Thompson, B A et Thompson, D J. 1980. *The effecte of prey density on survival and growth of damselfly larvae.* s.l. : Ecological Entomology, 1980. pp. 39-51. 5.

Le Roi, O. 1915. *Odonaten aus der Algerischen Sahara von der Reise von Freiherrn H.Geyr von Schweppenburg.Mit einer Übersicht der Nnordafrikanischen Odonaten-Fauna.* s.l. : Deutsche Entomologische Zeitschrift, 1915. pp. 609-634.

Macan, T T. 1954. *A contribution to the study of the ecology of Corixidae(Hemiptera).* s.l. : J. Anim. Ecol., 1954. pp. 115–141. 23.

Martin, G, Jonet, B et Ternois, V et Varin, O. 2003. *Pays de soulaine. A la découverte des libellules.* CPIE. Paris : Le Réveil de la Marne - Epernay, 2003. p. 11.

Martin, R. 1910. *Contribution à l'étude des Neuroptères de l'Afrique.II.les odonates de départementde Costantine.* s.l. : Annales de la societé Entomologique de France, 1910. pp. 82-104. 79.

Martin, R.1901. *Les odonate en Algérie le moi de mai.* Paris : La feuille des jeunes naturalistes, 1901. pp. 249-250. 3.

Masaki, S. 1980. *Summer diapause.* s.l. : Annual Review of Entomology, 1980. pp. 1-25. 25.

Mayer, E et Ashliok, P D. 1991. *Principal of systematic zoology .* New York : McGraw Hill, 1991.

Mayers, N ; Mittermeir, R A; Mittermeir, C G; Fonseca, G A B et Kent, J. 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities.* Nature, 2000, pp. 853-858.

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

Menai, R. 1993. *Contribution à la mise a jour de l'audonatofaune algérienne.* Annaba : Univercité d'Annaba, 1993. p. 148.

Monte, C et Ramirez Diaz, L et Soler , A G. 1982. *Variacio estacional de las taxocenosis de Odonatos, Coleopteros, Heteropteros aucaticos en algunos ecosistemas del bajo Guadalquivir (Sw.Espana) durante un ciclo anual.* s.l. : Anale de la Universidad de Murcia, 1982. pp. 19-100. 38.

Moore, W N. 1997. *Status Servey and conservation action plan for Dragonflies UICN.* Gland,Switzerland : s.n., 1997.

Morton, k J. 1905. *Odonata collected by Miss M.Fountaine in Algeria, with description of anew species of Ishnura.* s.l. : Entomologist's Monthly Magazine, 1905. pp. 146-149.

Murguey, F. 2005. *Etude Faunistique des Odonates de Martinique.* Martinique : s.n., 2005. p. 81.

Navàs, R.R.L. 1922. *Névroptères de Barbarie.Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord.* 1922. pp. 183-191. 19.

Ndiaye, A B. 2010. *Module de formation des formateurs sur le suivi des odonates.* [éd.] Wetland International Afrique. Gambie : s.n., 2010. p. 41. Projet de démonstration Bassin du fleuve Gambie.

Neilson, C. 1956. *Odonati del Sahara Nord Occidentale.* s.l. : Revue Française d'Entomologie, 1956. pp. 191-195.

Nilsson, A N, Elmberg, J et Sjöberg, K. 1994. *Abundance and species richness patterns of predacious diving beetles (Coleoptera, Dysticidae) in Swedish lakes.* s.l. : J.Biogeogr., 1994. pp. 197–206. 21.

Norling, U. 1971. *The life history and seasonal regulation of Ashna viridis Eversm in southern Sweden (Odonata).* s.l. : Entomologica Scandinavica, 1971. pp. 170-190. 2.

Northing, U. 1984. *The life cycle and larvae photoperidique responses of Coenagrion hastilatum (Charpentier) in two different areas (Zygoptera: Coenagrionidae).* s.l. : Odonatologica, 1984. pp. 429-449. 13.

Oertli, B. 1994. *La plaine inondable de la Saône: les Odonates adultes*. Genève : LEBA/ Université de Genève, 1994. p. 28.

Oertli, B ; Auderset Joye, D; Castella, E; Juge, R et Lachavanne, J B. 2000. *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse*. Genève : Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique de l'université de Genève, 2000. p. 334.

Ozenda, P. 1982. *Les végétaux dans la biosphère*. Paris : Doin, 1982. p. 431.

Parc Interrégional du Marais Poitevin, Alain THOMAS, consultant en environnement. 2011. *Etude et comparaison des peuplements d'odonates des prairies inondées et des réseaux*. 2011. p. 24, Inventaire qualitatif et quantitatif.

Paulson, D R et Jenner, C E. 1971. *Population structure in overwintering larvae of odonates in North Carolina in relation to adult flight season*. s.l. : Ecology, 1971. pp. 96-107. 52.

Perron, J M. 2005. *Une méthode facile de collectionner les odonates*. Entomophone du Québec. 2005. p. 9, Document technique . 30.

Perrottet, N M. 2009. *Elaboration d'une méthode d'évaluation de la qualité écologique des petits plans d'eau basée sur les communautés de macroinvertébrés*. Genève : Terre et environnement, 2009. p. 170. Vol. 83.

Pilon, P G et Lagace, D. 1998. *Les odonates du Québec. Traité faunistique*. Québec : Entomofaune du Québec Inc, Chicoutimi, 1998. p. 367.

PIMP. 2011. *Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais poitevin, Etude et comparaison des peuplements d'odonates des prairies inondées et des réseaux de fossés de l'ouest du marais poitevin (1993-2011)*. 2011. p. 24.

Pitchard, G, Harder, L D et Mutch, R A. 1996. *Development of aquatic insect eggs in relation to temperature and strategies for dealing with different thermal environments*. s.l. : Biological Journal of Linnean Society, 1996. pp. 221-244. 58.

plan, blue. 2008. *The blue plan's Sustainable Development Outlook for Méditerranéen*. Sophia Antipolis 2008.

Precigout, L, Prud'homme, E et Jourde, P et Comte, F. 2009. *Libellule de Poitou-Charente*. 2009. pp. 12-13, 17-18,20-21, 42-43, 160-161 .

Reymond, A. 1952. *Insectes de divers ordres récoltés au Sahara centrale au cours d'une mission du Centre National de la Recherches Scientifique en 1947-1948*.*Bulletin de la Sociétés des Sciences Naturelles du Maroc*. 1952. pp. 77-89. 32.

Riservato, E ; Boudot, J F; Ferrira, S; Jovie, M; kalkman, V J; Shneider, W; Samraoui, B et Cuttelod, A. 2009. *Statue de conservation et répartition géographique des libellules du bassin méditerranéen*. Gland, Malago : s.n., 2009. p. 34. Vol. viii.

Rodier, J, Legube, B et Merlet, N et Coll. 2009. *L'Analyse de l'eau*. 9e édition. Paris : Dunod,Paris, 2009. p. 1526.

Rohming, T. 2000. *Diversité biologique et typologie des étangs et petits lacs en suisse: Contribution des Trichoptères (stade adulte)*. Genève : s.n., 2000. pp. 37-63, Diplome en science naturelle de l'environnement.

Sahlén, G et Ekestubbe, K. 2001. *Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes*. s.l. : Biodivers. Conserv., 2001. pp. 673-690. 10.

Samraoui, B et Bélaire, De. 1998. *Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et préspectives de gestion*. s.l. : Synthèse (Numéro Spécial), 1998. pp. 1-90. 4.

Samraoui, B et Corbet, P S. 2000. The Odonata of Numidia, Northeasten Algeria parte II, Seasonal Ecologie. *International Journal of Odonatologie*. 2000, pp. 27-39.

Samraoui, B et Menäi, R. 1999. A contribution to a study of Algerian Odonata. *International Journal of Odonatologie*. 1999, Vol. 2(2), pp. 145-165.

Samraoui, B, Bouzid, S et Boulahbal, R et Corbet, P S. 1993. *Seasonal migration and preproductive diapausein Ashna mixta, Sympterum meriodnal and S.steriolatum as an adaption to Mediterranean climate (N.E Algeria)*. Osaka : Abstracte Twelfth International Symposium Of Odonatologie, 1993. pp. 33-34.

Samraoui, B.& De Bélair,G. 1997. *The Guerbes Wetlands;Part I An overview.* s.l. : Ecologie, 1997. pp. 233-250. 28.

Savage, A A. 1982. *Use of water boatmen (Corixidae) in the classification of lakes.* s.l. : Biol. Conserv., 1982. pp. 55–70. 23.

Schaller, F et Mouze, M. 1970. *Effets des conditions thermiques agissant sur l'embryogenèse sur le nombre et le la durée des stades larvaire d'Aeshna mixta(Odon.Aechnidae).* s.l. : Annale de la société Entomologique de France (N.S), 1970. pp. 339-346. 6.

Schorr, M et Lindeboom, M et Paulson, D. 2009. *World odonata list.* s.l. : Slater Museum of Natural History,University of Puget Sound, 2009.

Seltzer, P. 1946. *Le climat de l'Algérie.* Alger : Imprimatur La Thypo-Litho, 1946.

Sélys-Longchamps, E. 1866. *Addition aux odonatesde l'Algérie. Bulletin de l'académie de Hippone.* 1866. pp. 40-41.

Sélys-Longchamps, E. 1849. *Les libelluliens;in H.Lucas, Exploration Scientifique de l'Algérie; 3 (Animaux Articulés).* 1849. pp. 115-135.

Sélys-Longchamps, E. 1871. *Nouvelle révision des odonates de l'Algérie;Annale de la Société Entomologique de Belgique.* 1871. pp. 9-20.

Sélys-Longchamps, E. 1902. *Odonate d'Algérie; Recueillie en 1898 par M.le Proffesseur Lameere. Annale de la Société Entomologique de Belgique.* 1902. pp. 430-431.

Sélys-Longchamps, E. 1865. *Odonates de l'Algérie. Bulletin de l'Academie de Hippone.* 1865. pp. 31-34.

SFO (Société Française d'Odonatologie). 2001. liste des habitats odonatologique. www.libellules.org. [En ligne] F-78390 Bois d'Arcy, Octobre 2001.

Silsby, J. 2001. *Dragonflies of the world.* s.l. : The Natural History Museum & CSIROpublishing, 2001. p. 216.

Simaika, J P ; Samways, M J; Kipping, J; Suhling, F; Dijistra, K-D B; Clausnitzer, V; Boudot, J P; Domischs, S. 2012. Continental-scale conservation prioritization of African dragonflies. *Biological Conservation*. 2012, 157, pp. 245-254.

Smith, K J et Darwall, W R T. 2006. The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge : s.n., 2006. p. 34.

STEP(Station d'épuration des eaux usées. 2013. *Dosage des composés azotés et phosphorés et les critères de pollution de l'eau*. Tiaret : s.n., 2013.

Striniqi, A, Misja, K et Oga, J. 2010. *Larvae of odonata as indicator of water pollution in lake Scodra*. Republic of macédonia : BALOWS 2010-Ohrid, 2010. p. 7.

Subramanian, K A. 2005. *Dragonflies and Damselflies of peninsular India; A field guide*. Projecte lifescape. Bangalore : Center for Ecological Sciences, Indian Institute of Science, Indian Academy of Science, 2005. p. 118.

Taulber, M J et Tauber, C A. 1976. *Insecte Seasonality: diapause maintenance, termination, and post-diapause development*. s.l. : Annual Review of Entomology, 1976. pp. 81-107. 21.

Ternois, V et Frandin, E et Gautie, C. 2005. *Atlas préliminaire des odonates du PNRFO*. s.l. : Maison de parc-10220 piney, 2005. p. 83.

Testard, P. 1981. *Odonate in flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-Soudaniennes*. Paris : Documentation technique, 1981. pp. 446-481.

Theischinger, G et Hawking, J. 2006. *The complete field guide to dragonflies of Australia*. Collingwood : CSIRO publishing, 2006. p. 336.

Thioulouse, J; Chassel, D; Doledec, S; Olivier, J M. 1997. *ADE.4: A multivariate analysis and graphical display software, Statistics and computing*. s.l. : 7, 1997. pp. 75-83.

Tu Tiempo. 2013. www.Tu Tiempo.com. *TuTiempo*. [En ligne] Les données ont été rapportées par la station météorologique: 605110 (DOAB) Latitude: 35,35/ Durée: 1,43/ Altitude: 1127, 2013.

URBATIA(urbanisme Tiaret). 2012. *Plan d'aménagement de la willaya de Tiaret.*
Tiaret : s.n., 2012.

Venkateswarlu, K S. 1996. *Water chimistry, Industial and power station, water traitement.* s.l. : New age international (P)Ltd, 1996. p. 6.

Verschuren, D, Laird, K R et Cumming, B F. 2000. *Rainfull and drought in equatorial east Africa durin the past1100 years.* London : Nature, 2000. pp. 410-414. 403.

Wissinger, S A. 1988. *Life history and size structure of larval dragonfly populations.*
s.l. : Journal of North America Benthological Society, 1988. pp. 13-18. 7.

Annexes

5 Annexe 01 : présentation des espèces identifiées dans la wilaya de Tiaret



Calopteryx haemorrhoidalis mâle



Calopteryx haemorrhoidalis femelle



Platynemesis subdilatata



Platynemesis subdilatata mâle



Anax impérior



Erythromma lindnii



Sympecma fusca



Coenagrion caerulescens



Coenagrion mercuriale



Gomphus lucasii



Ischnura graellsii



Sympetrum meridionale



Ischnura pomilio



Calopteryx haemorrhoidalis



Platynemesis subdilatata



Le cœur copulatrice

6 Annexe 02 : Fiche technique

Fiche technique

Date :

Zone :

Code de la zone :

Coordonnées GPS :

- N 35° 03' 49,3"
- E 001° 16' 34,6"
- Altitude 1090 m .

type de plan d'eau : Oued Mina

Longueur du lit : m

substrat : *Sable grossier*

Largeur du lit : m

vitesse de l'eau :

Profondeur : cm

pente :

Débit :

Algue champignon mousse lichen

Température : °C

Végétation : *herbacée dense*

Distance du centre ville :

Espèces d'odonates découverts :

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre

Code nombre