

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MENISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU (UMMTO)

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUE



Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences biologiques
Spécialité : Biologie de la conservation

THEME :

**Diversité de la faune odonatologique
dans la station d'Ait Aissi (forêt de Béni
Ghobri)**

Présenté par : KASDI Yasmina

Soutenu le : 24 septembre 2023

Devant le jury d'examen composé de :

Présidente : M^{me} O. DJIOUA

MAA

U.M.M.T.O.

Promotrice : M^{me} Dj. SADOUDI-ALI AHMED

Professeur

U.M.M.T.O.

Co-promotrice : Mme L. AIT TALEB-DJENNADI

MAB

Univ Tlemcen

Examinatrice : M^{me} N. KHAMMES-EL HOMSI

MCA

U.M.M.T.O.

Année universitaire : 2022/ 2023

Remerciements

Tout d'abord je remercie le bon Dieu qui nous a donné son aide et son soutien pour réaliser ce modeste travail.

Mes remerciements sont adressés en premier lieu, à ma promotrice Madame SADOUDI, qui m'a donnée beaucoup de son temps à me guider durant toute la période consacrée à la réalisation de ce mémoire.

Je lui témoigne gratitude pour sa tolérance ; sa patience ; ses encouragements et ses précieux conseils.

Mes vifs remerciements vont à ma Co-promotrice DJENNADI-AIT TALEB. L, maître assistant B à Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen pour tous les critiques, ses encouragements et son aide tout au long de mes recherches ainsi que pour sa disponibilité durant toute la période de la réalisation de mon travail sur terrain et au laboratoire.

Mes remerciements sont adressés également aux membres de jury, Mme DJIOUA et Mme KHAMMES d'avoir accepté l'examen de ce travail.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne ayant participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

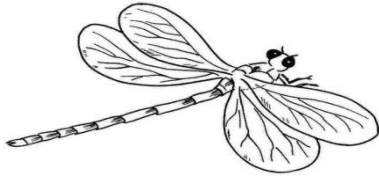
Dédicaces

Je dédie cet humble travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance à :

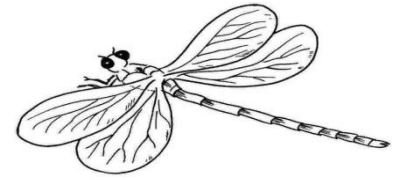
Mes chers parents, source de ma réussite, qui m'ont apporté soins et affection, ainsi que l'aide et les encouragements nécessaires qui m'ont permis de réaliser tous mes projets. Qu'ils trouvent à travers cette dédicace le faible témoignage de ma reconnaissance pour leurs efforts et sacrifice.

Mon cher frère Smail, source de motivation et d'inspiration.

Mon meilleur ami Said qui m'a aidé et soutenu dans la réalisation de ce présent travail.



Sommaire :



Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction01

Chapitre I : Généralités sur les odonates

1. Origine des odonates	03
2. Etymologie	04
3. Morphologie générale.....	04
3.1.La tête	05
3.2. Le thorax.....	05
3.3. L'abdomen.....	05
3.4. L'aile	06
3.5.L'appareil respiratoire	06
4. La classification.....	08
5. Reconnaître les mâles et les femelles	08
6. Morphologie des œufs et cycle évolutif des odonates.....	09
7. La métamorphose	11
8. La maturation sexuelle	11
9. Le vol.....	12
10. Les attitudes en position de repos.....	12
11. Prédateurs	13
12. L'accouplement.....	14
13. Répartition.....	15
14. Biotopes et milieux.....	15
15. Impact écologique et conservations des milieux.....	16

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la forêt de Béni Ghobri	17
1.1.Situation Géographique.....	18
1.2.Géologie, sol et topographie.....	18
1.3.Climatologie	19
• Précipitations.....	19
• Températures.....	20

1.4.Synthèse climatique.....	21
• Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	21
• Quotient pluviométrique d'emberger « Q2 »	22
1.5.La faune	23
1.6.La végétation	23
1.7.Relief et exposition.....	24
1.8.Hydrographie.....	24
1.9.Pédologie et pentes	25
1.10. Densité de la population	25
2. Présentation des stations d'étude.....	26
3. Les paramètres environnementaux	28
3.1. Caractéristiques physiques	28
3.2. Perturbations anthropiques	30

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Matériels utilisés.....	31
• Le filet entomologique	31
• Un appareil photo	31
• Carnet de terrain	32
• Boite de récolte.....	32
• Un tamis à mailles fines	32
• Une pince entomologique.....	33
• Des flacons remplis d'Ethanol	33
• Des Etiquettes.....	34
• Un guide d'identification.....	34
• La loupe binoculaire	34
• Multi paramètre	35
2. Méthodologie.....	36
2.1. Capture des odonates (Sur le terrain)	36
2.2. Identification (Au laboratoire).....	38
3. Indices écologiques appliqués aux odonates	38
3.1. Richesse spécifique	38
3.2. Abondance relative.....	38
3.3. Occurrence relative.....	39
3.4. Indice de SORENSEN.....	39

3.5. Indices de diversité spécifique	39
• Indice de Shannon	40
• Indice d'équitabilité.....	40

Chapitre IV : Résultats et Discussions

1. Analyse global	41
2. Présence /Absence des espèces.....	42
3. Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés	44
3.1. Les indices écologiques de composition.....	44
• La richesse totale	44
• Abondance et occurrence relative des espèces	45
3.2. Indices écologiques de structure	46
• Indice de Shannon et d'équitabilité	46
3.3. Indice de SORENSEN	47
4. Distribution temporelle globale	48

Conclusion	50
-------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Principales caractéristiques des Anisoptères et des Zygoptères.

Tableau 2 : Les différentes caractéristiques entre les sexes.

Tableau 3 : La différence entre les larves des odonates.

Tableau 4 : Précipitations mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2010,2021).

Tableau 5 : Valeurs mensuelles des températures de Tizi-Ouzou (2010-2021).

Tableau 6 : Valeur du quotient pluviométrique de la région de Tizi-Ouzou.

Tableau 7 : Présentation des stations d'étude.

Tableau 8 : Liste des espèces d'odonates recensés dans les cinq zones d'étude.

Tableau 9:Présence/ Absence des espèces dans les cinq stations d'étude.

Tableau 10: Abondance relative (Ar %) des différentes espèces.

Tableau 11 : Indice de Shannon et d'Equitabilité.

Tableau 12 : Indices de SORENSEN pour chaque station.

Tableau 13 : Répartition temporelle des odonates durant deux saisons.

Liste des figures

- Figure 1 :** L'ancêtre de nos Libellules *Meganeuramonyi* du Carbonifère (D'aguilar&Dommanget, 1998).
- Figure 2 :** Morphologie générale d'un adulte d'Odonates (Entomofaune du Québec inc.1988-2023 les libellules).
- Figure 3 :** La classification actuelle des familles des odonates (Aguilar *et al.*1998).
- Figure 4:** Cycle évolutif des odonates (Wendler et Nüss, 1994).
- Figure 5 :** Morphologie générale de la larve des odonates (Bouchard, 2004 in Zebsa, 2016).
- Figure 6 :** Les zones de repos des libellules.
- Figure 7:** Un cœur copulateur (Originale 2023).
- Figure 8 :** Situation géographique de la Forêt des Béni Ghobri (Laribi et al, 2008).
- Figure 9:** Diagramme de Bagnouls et Gausson de la région de Tizi Ouzou (2010 - 2021).
- Figure 10 :** Climagramme d'Emberger pour la période 2010-2021.
- Figure 11 :** La pollution de l'eau (Original, 2023).
- Figure 12 :** Filet entomologique (originales 2023).
- Figure 13 :** Carnet de terrain (originale 2023).
- Figure 14:** boîte de pétrie ou boîte de récolte d'exuvies (Originale 2023).
- Figure 15 :** Un tamis à mailles fines (Originale 2023).
- Figure 16:** Flacons remplis d'éthanol (Originale 2023)
- Figure 17 :** Un exemple d'étiquette (Originale 2023).
- Figure 18 :** Guide d'identification (Originale 2023).
- Figure 19 :** La loupe binoculaire (Originale 2023).
- Figure 20 :** Multi paramètre (Hanna HI 8424).
- Figure 21:** Larve échantillonné (Originale 2023).
- Figure 22 :** Exuvie sur un végétale (Originale 2023).
- Figure 23:** Adulte capturé (Originale 2023).
- Figure 24:** Pourcentage des familles d'Odonates dans la région d'étude.
- Figure 25:** Richesse spécifique des odonates dans les stations d'étude.
- Figure 26 :** Représentation graphique de l'évolution des indices de diversité spécifique (Shannon et Weaver (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'étude.

Les écosystèmes aquatiques continentaux sont considérés comme les plus riches et productifs de la planète (Berquier, 2015). Ils jouent un rôle majeur dans le maintien de la biodiversité biologique puisqu'ils abriteraient environ 6 à 8 % des insectes (Dudgeon et al., 2006).

Les odonates, bien que petit insecte, jouent un rôle vital dans notre environnement avec des valeurs esthétiques, scientifiques, environnementales et médicinales.

Les odonates ne prospèrent que dans un environnement sain et sont très sensibles aux changements de l'environnement local, aux conditions climatiques, à la défragmentation de l'habitat, à l'impact des activités agricoles et aux niveaux de pollution. Par conséquent, ils servent d'indicateurs importants de l'habitat aquatique et terrestre (Nasirian & Irvien, 2017).

Un total de 5740 espèces d'odonates sont connues dans diverses niches écologiques à travers le monde (Subramanian, 2009).

Parmi les nombreux groupes taxonomiques abrités par les zones humides, les odonates, mieux connus sous le nom de « libellules », figurent parmi les plus menacés et ceux concernés par la conservation (Clausnitzer et al, 2009 ; Kalkman et al, 2010). En effet, un grand nombre de spécialistes considère, aujourd'hui, que la disparition ou la dégradation des milieux aquatiques terrestres constitue la principale cause de raréfaction des populations d'odonates, en particulier en Europe et dans le bassin méditerranéen (Riservato et al, 2009 ; Kalkman et al, 2010). De par leur rôle écologique fondamental compte tenu de leur position au sein des chaînes trophiques des écosystèmes aquatiques et terrestres, les libellules sont reconnues comme un maillon environnemental essentiel au bon fonctionnement des zones humides (Corbet, 2004 ; Simaika & Samways, 2009). Elles constituent d'ailleurs un groupe indicateur actuellement très prisé, dont l'emploi s'est largement développé au cours des dernières décennies pour le suivi de la qualité des zones humides (Oertli, 2008 ; Kutcher & Bried, 2014; Monteiro-Junior et al, 2015 ; Chovanec et al, 2015).

La première synthèse générale de l'odonatofaune Algérienne, était sous la plume de Samraoui et Menai (1999) qui ont permis de porter à 64 le nombre total des espèces connues d'Algérie. L'objectif de la présente étude est de cerner la biodiversité odonatologique de la station d'Ait Aissi (forêt de Béni Ghobri), situé dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur les Odonates. Le deuxième chapitre concerne la partie expérimentale et comprend la présentation de la région d'étude et les sites d'échantillonnage. Le troisième chapitre consiste à définir le matériel et la méthode d'échantillonnage, de collection, de conservation et d'identification. Enfin, le dernier chapitre consiste à exposer les résultats obtenus et leur discussion. Nous terminerons avec une conclusion et quelques perspectives.

1. Origine des odonates

Parmi les insectes ailés, les odonates ou libellules sont de proches parents des Epheméroptères. Cet ordre ancien regroupe des espèces qui présentent, malgré un aspect fort différent, un certain nombre de caractères communs (Leurs ailes ne se replient pas au repos le long du corps, leurs larves possèdent des ébauches alaires externes et vivent dans l'eau, respirent grâce à des trachéobranches).

La Vraie Odonata est parue au début de l'ère Permien, représentée par les sous-ordres éteints Protanisoptera, Protozygoptera (Tillyard, 1928). Les premiers fossiles des véritables odonates ont été trouvés dans des couches du Permien moyen, il ya 260 millions d'années. Il s'agissait de Zygoptères très proches de nos espèces actuelles. A partir de Trias apparaissent les premiers Anisoptères, mais les plus anciens fossiles datent que du Jurassique ancien (Silsby,2001).

Leur origine remonte à plus de 280 millions d'années et les libellules fossiles sont les plus grands insectes ailés connus, avec une envergure pouvant dépasser 60 centimètres (*Maganeuropsispermiana*). L'envergure de la plus grande libellule française actuelle est l'anax empereur (*Anax imperator*).

Les premiers ancêtres des libellules, les odonatoptères vivaient au Carbonifère, il y a 335 millions d'années sous le nom de *Meganeuramonyi* (Fig. 1).

Les odonates sont subdivisés en deux sous ordres faciles à reconnaître, qui sont les Zygoptères (demoiselles) et les Anisoptères (libellules).

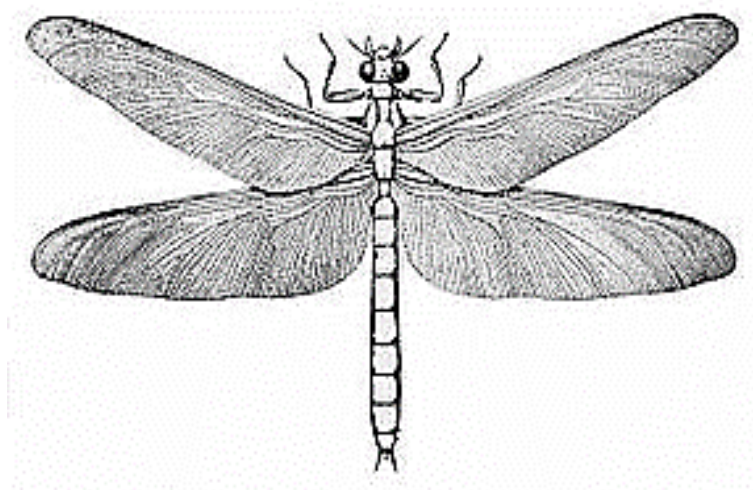


Figure 1 :L'ancêtre de nos Libellules *Meganeuramonyi* du Carbonifère (D'aguilar&Dommanget, 1998).

2. Etymologie

L'étymologie (odonate / libellule) a été établie en 1792 par le naturaliste Fabricius qui donna le nom d'odonata aux libellules qui par la suite s'est françaisé en odonate (pourvu de dent). Le terme d'odonate vient du latin *odonata*, qui est composé du mot grec *odon*, « dent » et du suffixe *ate*, « pourvu de », en référence aux mandibules puissantes armées de dents pointues inégales qui font des libellules de redoutables chasseuses.

Réaumur, en 1742, utilise le terme de « demoiselles », puis Linné, le créateur de la systématique moderne l'applique en 1758 à toutes les espèces d'odonates.

3. Morphologie générale

Les odonates font partie des insectes les plus caractéristiques et faciles à identifier par leur morphologie (Attab, 2017), comme les autres insectes, le corps des odonates est composé de trois parties :

- La tête qui porte les antennes, les yeux et les ocelles
- Le thorax qui porte les pattes (3 paires) et les ailes (2 paires)
- L'abdomen

Les libellules sont des insectes remarquables par leurs couleurs, leur élégance et leur vivacité (Fig.2).

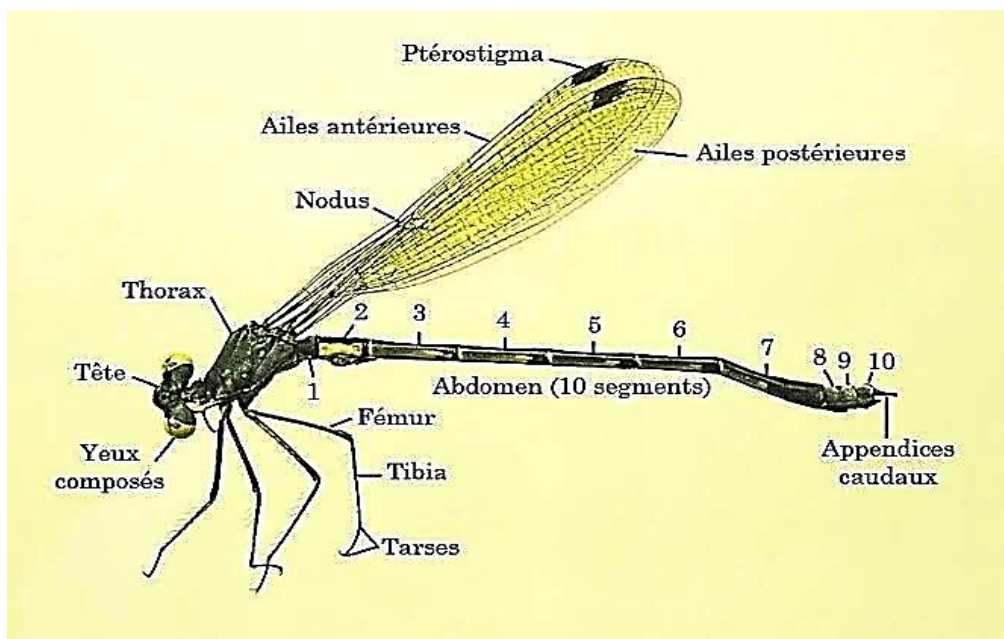


Figure 2 : Morphologie générale d'un adulte d'Odonates (Entomofaune du Québec inc.1988-2023 les libellules).

3.1. La tête :

La tête est très mobile, tourne dans toutes les directions, ce qui leur assure un champ visuel très étendu (Attab, 2017). Elle se caractérise par la présence de deux grands yeux composés comptant 10 à 30000 facettes disposés en nid d'abeille, de deux courtes antennes et d'une mâchoire puissante. Elle est articulée et d'une mobilité qui permet à l'insecte de voir dans toute les directions.

- **Antennes** généralement fines et grêles composées au maximum de 7 articles. Leur forme peut être très particulière chez certaines familles comme par exemple les Gomphidae.
- **Pièces buccales** portent le **labre**, des **mandibules** puissantes armées de dents pointues inégales et **maxilles** peu différentes de celles des adultes.

3.2. Le thorax

Le thorax est divisé en 3 parties soudées : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Il contient les muscles et les pattes.

Sa partie antérieure, le prothorax, est surmontée du pronotum (Tachet et al., 2010).. Chez de très nombreuses espèces, les mâles agrippent les femelles par ce point d'ancrage lors de l'accouplement. Sa structure est propre à chaque espèce, fonctionnant comme une clé avec les appendices anaux des mâles.

Les pattes sont peu utilisées pour la locomotion. Elles servent à se percher ou s'accrocher aux végétaux et capturer des proies. Chez certains genres, tels les Platycnemis, les tibias sont élargis et teintés de couleurs claires. Ils jouent un rôle de signal dans la communication interindividuelle.

3.3. L'abdomen

Chez les odonates l'abdomen est allongé. Il se compose de dix segments de taille variable reliés par des membranes souples, le premier étant situé à la jonction avec le thorax.

Chez le mâle, le second segment porte les organes copulateurs, le neuvième les organes génitaux.

Chez les femelles, les pièces génitales sont situées sous les huitième et neuvième segments (Tachet et al., 2010).

A l'extrémité du dixième segment se trouvent les appendices anaux composés d'une paire de cercoïdes et chez les mâles d'une paire de cerques (Zygoptères) ou d'une lame supra-anale (Anisoptère).

3.4.L'aile

Chez les odonates, les ailes peuvent être hyalines ou teintées, au nombre de 4, sont membraneuses, allongées et étroites ; de même chez les Zygoptères, elles sont inégales chez les Anisoptères où les postérieures sont larges à la base (D'Aguilar et al. 1985). Leurs nervations souvent caractéristiques, sont utilisées pour différencier les espèces. Les ailes sont pourvus de cellules teintées dans la partie antérieure et apicale, le ptérostigma. Il sert de régulateur d'inertie durant le vol. Coloré de façon différente selon les espèces, il est sans doute aussi utilisé par certaines espèces comme moyen de visualisation, voire de communication.

3.5. L'appareil respiratoire

L'appareil respiratoire des libellules est composé classiquement de trachées : 2 paires de stigmates s'ouvrent au niveau du thorax et 8 sur l'abdomen. Le sens prédominant chez les odonates adultes est sans conteste la vision.

4. La classification

La classification actuelle des odonates est illustrée dans la figure 4 ci-dessous.

Les odonates se subdivisent en deux sous-ordres :

- **Les anisoptères (ou libellules au sens strict) :**

Sont caractérisés par des ailes étendues à plat, non pétiolées et inégales (les antérieures plus étroites que les postérieures), des yeux souvent contigus, un vol rapide, des larves trapues surtout fouisseuses, sans branchies (chambre respiratoire rectale).

- **Les Zygoptères ou demoiselles :**

Ce sont des odonates au corps fin, avec des ailes antérieures et postérieures identiques, une tête plus large que longue, des yeux largement séparés.

Leur vol est léger et papillonnant. Les ailes sont jointives et dressées au-dessus du corps (sauf pour



les espèces du genre *Lestes* qui gardent leurs ailes étalées) (Medde, 2012).

Les principales caractéristiques sont illustrées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principale caractéristiques des Anisoptères et des Zygoptères.

	Anisoptères (Libellules)	Zygoptères (Demoiselles)
Yeux	Enveloppent la tête, se touchant généralement	Largement séparés
Ailes	Etendues à l'horizontale au repos	Repliées au-dessus du corps au repos
Base de l'aile postérieure	Plus larges que l'antérieure	Semblable à l'antérieure
Corps	Plus robustes (épais)	Grêle (fin)
Larve	Robustes avec branchies internes	Fines, avec branchies externes et prolongement abdominal médian
Vol	Rapide	Plus lent

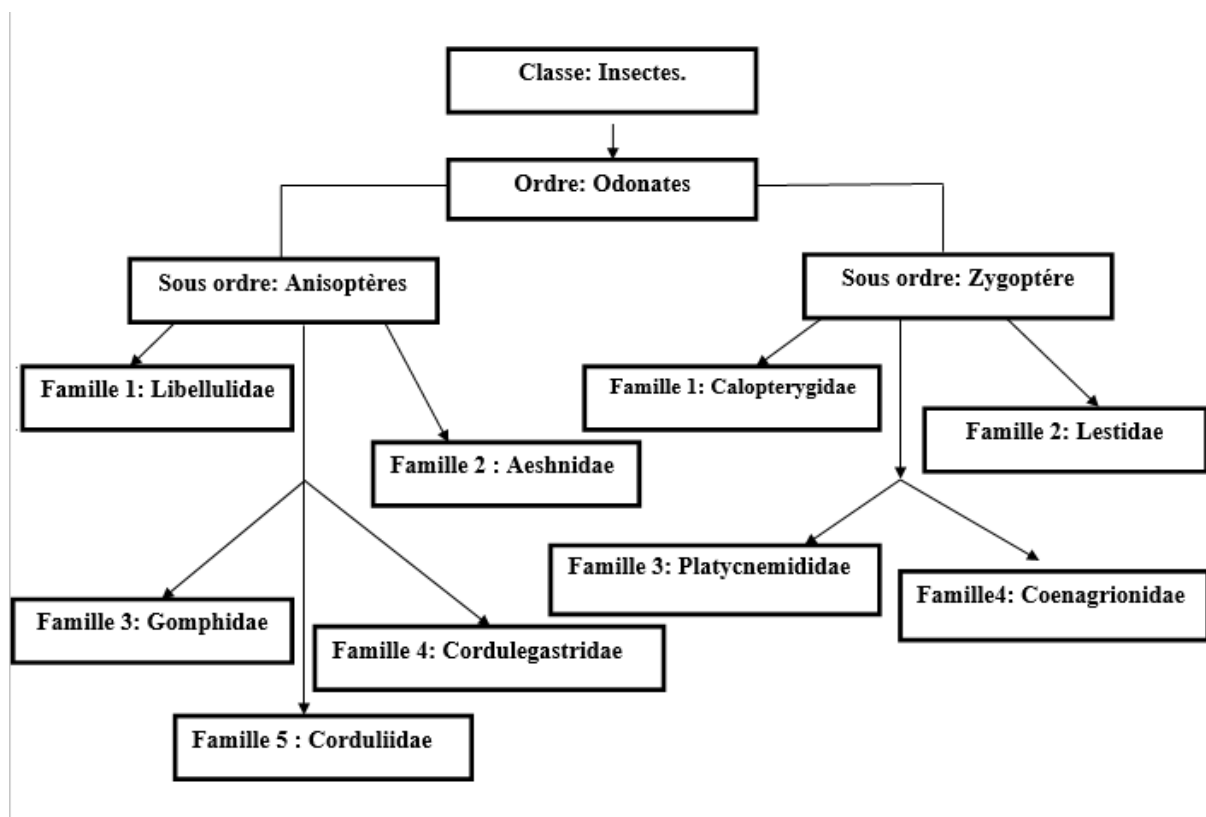


Figure 3 : La classification actuelle des familles des odonates (Aguilar *et al.* 1998).

5. Reconnaître les mâles et les femelles

D'une manière générale, les critères de reconnaissance permettant de distinguer les sexes sont facilement reconnaissables (Tab. 2)

Tableau 2 : Les différentes caractéristiques entre les sexes

Mâle	Femelle
Plus coloré	plus ternes
Possèdent une pièce copulatrice sous le segment 2 de l'abdomen	possèdent une lame vulvaire sous le segment 8/9
Les appendices anaux sont fortement développés	plus trapues et ont un abdomen plus régulier

6. Morphologie des œufs et cycle évolutif des odonates

Les odonates ont un développement qui se fait avec une métamorphose incomplète avec trois stades : œuf, larve et adulte (Fig.4)



Figure 4 : Cycle évolutif des odonates (Wendler et Nüss, 1994).

- **Les œufs :**

Les œufs des odonates existent sous un large éventail de formes, de l'apparence d'un insignifiant grain de riz à ce qui ressemble à des mangues miniatures. Cette phase peut durer de quelques jours à plusieurs mois selon les espèces.

Les œufs peuvent être pondus directement dans l'eau, dans ou sur des tissus vivants ou morts des végétaux aquatiques ou riverains, voire même quelques fois sur des substrats exondés (Corbet, 2004 ; Roché et al., 2008 ; Lambret et al., 2015) (in Berquier, 2015).

Après la ponte, l'embryon se développe jusqu'à l'éclosion qui donne naissance à une première larve, appelée prolarve (Corbet, 2004 ; Grand et Boudot, 2006) (in Berquier, 2015).

- **Le stade larvaire (les Nâïades) :**

Avant le stade imago (adulte), ces odonates sont habituellement appelées larves ou nymphes. Néanmoins, nous feront référence à elles en tant que naïades parce qu'elles sont hémimétaboles et entièrement aquatiques (c'est à dire elles ne passent pas par le stage de chrysalide ou cocon contrairement aux papillons et scarabées) à ce stade. Les Nâïades peuplent la plupart des milieux aquatiques. Toutes les naïades sont des prédateurs voraces qui se nourrissent de toutes sortes d'insectes allant de petits invertébrés comme les larves de moustiques par exemple aux petits vertébrés (poissons et grenouilles).

Pendant ce stade, les naïades vont muer 9 à 17 fois avant de devenir adulte (Corbet 1999). Le nombre de générations par an dépend de l'espèce d'odonate.

Lorsque les naïades sont prêtes pour leur mue finale (ou mue imaginale) elles quittent leur milieu aquatique grimpent sur la rive ou la végétation où elles mueront en adultes.

Les différences existantes entre les larves des Anisoptères et Zygoptères sont représentés dans le tableau ci-dessous (Tab3) (Fig.5)

Tableau 3 : La différence entre les larves des odonates.

Larves de Zygoptères	Larve d'Anisoptères
- Larves à pattes grêles	- Larves épaisses
-3 lamelles branchiales à l'extrémité jouant le rôle d'organes natatoires	- Appendices abdominaux terminaux courts
- Antennes de 7 articles	- Chambre branchiale rectale
	- Vivent plutôt au fond de l'eau plus ou moins enfouies dans la vase

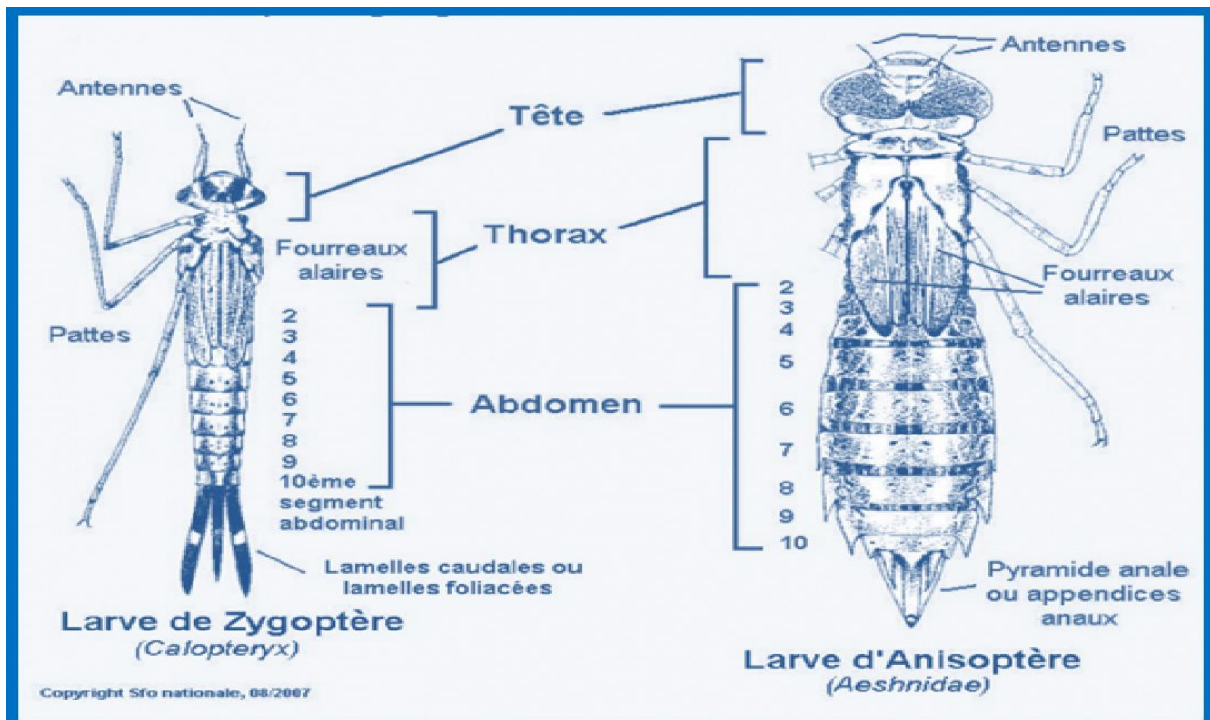


Figure 5 : Morphologie générale de la larve des odonates (Bouchard, 2004 in Zebso, 2016)

- **Le stade adulte (imago) :**

L'identification des mâles et des femelles n'est pas une tâche difficile. Les mâles ont une poche sur le deuxième et troisième segment de l'abdomen qui contient les organes génitaux secondaires. Les organes reproducteurs actuels des mâles se trouvent sur les derniers segments de l'abdomen ainsi que des appendices annaux (crochets ou hameçons) qu'ils utilisent afin de s'accrocher à la femelle pendant l'accouplement. Le mâle produit du sperme au niveau de l'abdomen et le transfère dans les organes génitaux secondaires puis dans le corps de la femelle. Les femelles n'ont pas d'organes génitaux secondaires ni de crochet à l'extrémité de l'abdomen mais un orifice génital et un petit ovipositeur situé au bout de l'abdomen qu'elles

utilisent pour déposer les œufs. En général, les couleurs du mâle sont plus vifs que celles de la femelle qui est souvent de couleur terne ou grise.

7. La métamorphose

Une transformation morpho-physiologique profonde s'applique de l'individu lors de son passage des formes immatures à la forme adulte ; il va de soi que leur développement total n'est rendu possible que par une inféodation étroite aux conditions environnementales.

- **Le déroulement de l'émergence**

1/la libellule est en dehors de l'eau, en position et s'apprête à la transformation qui l'attend

2/ La peau su thorax et de la tête se craquelle, la libellule sort sa tête, son thora et ses pattes, l'abdomen restant inséré dans l'exuvie.

3/ L'insecte est entièrement sorti mais n'a pas débuté l'extension de son corps et de ses ailes

4/ les ailes et l'abdomen s'allongent sous la pression des fluides corporels.

Après la quatrième phase, l'insecte est capable d'entreprendre son premier vol.

La durée d'émergence varie selon l'espèce et les conditions météorologiques. Chez de nombreux odonates, elle prend entre une et deux heures.

Dès l'émergence, les odonates s'éloignent des habitats larvaires et se tiennent alors à plus ou moins grande distance de ces derniers durant une période de maturation d'une à quatre semaines selon les espèces. Ils s'alimentent essentiellement d'insectes volants.

8. La maturation sexuelle

La vie de la libellule adulte se décompose en trois phases. La première est une phase de maturation (en particulier sexuelle) pendant laquelle les mâles acquièrent leurs belles couleurs et s'éloignent des points d'eau. Cette phase de maturation est plus courte chez les mâles (entre 7 et 12 jours) que chez les femelles (entre 13 et 16 jours), et cette différence explique pourquoi les mâles arrivent toujours les premiers sur les sites de reproduction.

La maturité sexuelle est atteinte dans le cas général en 10-20 jours ou plusieurs mois. Cette maturation est marquée au plan éthologique par un retour au milieu aquatique des espèces qui s'en étaient écartées et au plan de la morphologie par l'acquisition de la livrée colorée définitive, plus vive ou au contraire plus foncée que celle de l'immatrice (Corbet, 1962) et augmentation du poids et développement des gonades (Ueda, 1989).

9. Le vol

Le vol des odonates est extraordinaire de rapidité et virtuosité. Les adultes se déplacent en volant, discipline où ils excellent car ils utilisent alternativement les deux paires d'ailes. Les muscles alaires sont innervés directement à la base des ailes et s'étirent sur la plaque ventrale et dorsale du thorax. Ils ne volent jamais en plan unique comme les Lépidoptères (papillons) ou les Hyménoptères (guêpes, abeilles...).

La grande majorité des Libellules volent en plein jour et sont des êtres de soleil. Cependant quelques espèces sont crépusculaires (comme les *Boyeria irene*, et même nocturne).

Les Anisoptères sont d'excellents voiliers ce qui leur permet de se déplacer activement tandis que les Zygoptères, au vol moins puissant, sont plus passifs et c'est leur aptitude à utiliser les courants aériens qui peut expliquer quelques déplacements à grande distance.

La vitesse de 29 km/h pour les Anisoptères, 2 km/h pour les Zygoptères (*Pyrhosomanyphula*).

La période de vol s'échelonne en général d'Avril pour les plus précoces à Octobre.

10. Les attitudes en position de repos

Les libellules puisent une partie de leur énergie dans les rayons du soleil en exposant leurs corps sur des feuilles ou des pierres pendant quelques instants (Fig.6).

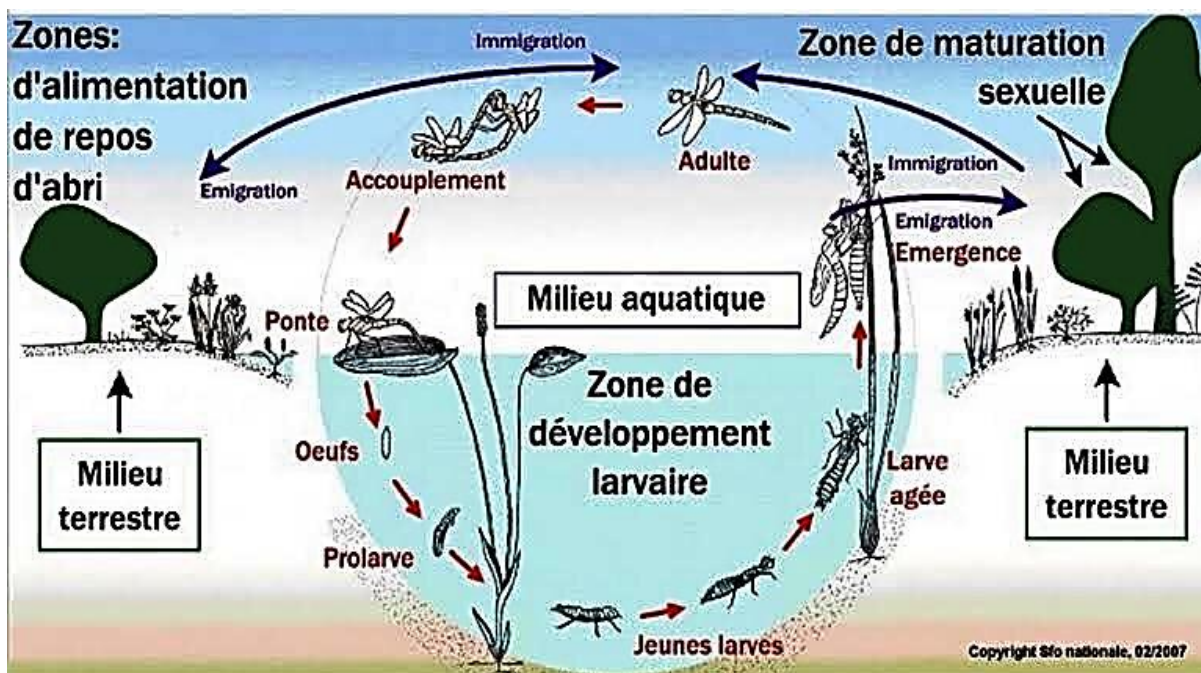


Figure 6 : Les zones de repos des libellules

(<http://naturealsacebossue.over-blog.com/2018/07/les-libellules-observer-identifier-etpreserver-episode-1-sur-4.html> 18.05.2021).

11. Prédateurs

La prédation des libellules en vol est relativement rare, certains oiseaux parviennent à les capturer, tels les faucons hobereaux ou les faucons crécerelles. Ils en attrapent une moyenne de 8 à 9 par heure. D'autres oiseaux, par ailleurs, comme le guêpier, font de l'æschne une de leurs proies favorites (Mahfouf & khetabi, 2021). Les larves servent d'aliment aux poissons (Truite, Brochet...), les oiseaux, les insectes aquatiques (nèpes ou Notonectes).

Le principal de toutes les libellules pour échapper aux prédateurs n'est pas leur vitesse de vol, qui n'excède jamais 25 km/h, mais leur agilité. Elles changent rapidement et facilement de direction. En outre, elles peuvent intimider des prédateurs de taille modeste en repliant leur abdomen jusqu'au niveau de la tête.

Les æschnes, à la différence d'espèces plus petites, ne sont pas convoitées par les arthropodes, elles n'ont rien à craindre des araignées, en particulier.

- **Le comportement alimentaire**

Les odonates sont des chasseurs et des prédateurs et s'alimentent d'autres insectes (papillons, mouches...) mais aussi entre espèces, les plus grandes capturant les plus petites. Ils se trouvent de ce fait en bout de chaîne alimentaire et sont donc menacés par les pesticides qui s'accumulent et que l'on repère à la plus forte dose à leur niveau.

Toutes les espèces sont carnivores au stade adulte et capturent et dévorent leurs proies souvent en vol. La chasse a lieu le plus souvent sur les eaux et plus rarement dans les prairies, les clairières et à l'orée des bois.

- **Le comportement territorial**

Au cours de la période de reproduction, qui se déroule entre fin juin et début octobre, et dure en moyenne 60 jours. Les libellules font de longues apparitions sur les sites de ponte et adoptent un comportement territorial. Les territoires, relativement étendus, sont exclusivement défendus par les mâles. Il est donc rare de voir plusieurs mâles patrouiller au-dessus d'un même point d'eau.

Les interventions du mâle pour défendre son domaine varient selon l'espèce d'odonate qui s'y aventure. En général, le mâle n'éloigne de son territoire que les autres æschnes mâles et les anisoptères de taille similaire, comme l'æschne des joncs (*Aeshna juncea*). En revanche, dès qu'une femelle traverse son territoire, le mâle s'en approche rapidement et tente de l'attraper pour s'accoupler.

12. L'accouplement

Chez de nombreuses espèces l'accouplement se fait immédiatement après la capture d'une femelle par le mâle.

Pour s'accoupler, les mâles de libellules doivent saisir les femelles grâce à leurs appendices anaux, au niveau de la tête ou du thorax selon les espèces. Chaque libellule a développé son propre système d'accroche, qui évite le plus souvent les tentatives d'accouplements entre espèces différentes. Les deux insectes forment alors un tandem (sous forme de cœur copulateur) (Fig.7)

Avant toute copulation, le mâle doit donc effectuer en vol un transfert de sa semence tout en maintenant sa compagne. La femelle qui accepte l'accouplement replie son abdomen vers l'avant et, avec l'aide du mâle qui la ramène sous lui, les deux partenaires mettent en contacts leurs pièces copulatrices.

L'accouplement peut se faire en vol, notamment chez les Libellulidae mais la plupart des espèces préfèrent se poser. L'accouplement peut être très bref, quand il n'y a que transfert de sperme. Il peut être long et prendre plusieurs heures quand le mâle nettoie la cavité spermatique de la femelle avant d'y introduire semence (Jourde, 2010).

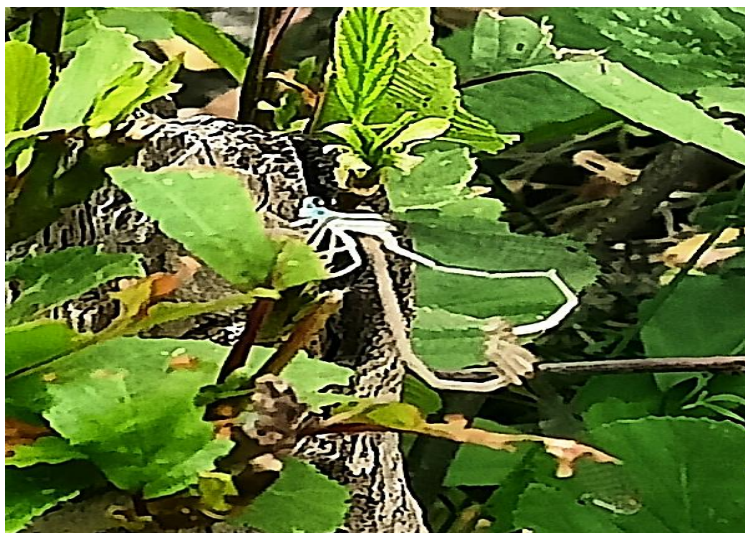


Figure 7 : Un cœur copulateur (Originale 2023)

13. Répartition

La répartition des libellules n'est pas homogène à l'échelle planétaire. Les odonates peuplent chaque continent à l'exception de l'Antarctique. En fait, la majorité des familles du sous ordre des Anisoptères est réparties dans le monde entier. Parmi les espèces de libellules l'æschne bleue (*Aeshna cyanea*) est l'une des plus connue. Elle est répandue de part et d'autre de l'Amérique du nord, aussi bien que l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud. Cette aire peut être très grande et les espèces, très largement répandues, sont alors presque, cosmopolites : *Pantala flavescens* est un exemple (D'Aguilar et al. 1985).

Par contre, la répartition de beaucoup de familles de Libellules est réduite et certaines sont extrêmement limitées, on parle alors d'espèces endémiques : *Gomphus graslini*.

14. Biotopes et milieux

Les odonates sont liés, par les exigences du développement larvaire, au domaine aquatique où l'on a coutume de les rencontrer. Or ce domaine a des caractéristiques assez variées, entraînant une certaine adaptation écologique des espèces.

En fonction des principales caractéristiques des plans d'eaux (mobilité, profondeur, physico-chimie, environnement biologique...) on peut reconnaître différents biotopes, inspirés de la classification proposée par Dommanget (1987) pour les biotopes de France :

- **Les eaux stagnantes** : c'est sans conteste celles qui abritent la majorité des espèces.
- **Les mares peu profondes** : Colonisées par *Ishnura graellsii* et *Lestes viridis*.
- **Les étangs et les marais** : Semblent bien être le biotope de prédilection d'un grand nombre d'odonates.
- **Les étangs de forêt** : Dans leurs eaux, souvent acides, c'est là qu'évoluent *Cériagrion tenellum*.
- **Les lacs de montagne** : abritent des espèces très particulières à la haute altitude.
- **Les tourbières** : sont des milieux caractérisés par des eaux acides.
- **Les eaux saumâtres** : hébergent, malgré la présence de chlorures, *Lestes macrostigma* et *Aeshna mixta*.
- **Les ruisseaux et rivières à courant lent ou les canaux** : encombrés d'une végétation riveraine et aquatique dense, abritent une faune déjà citée pour les eaux stagnantes.
- **Les ruisseaux et rivières à eau vives** : Les libellules qui fréquentent ces milieux sont peu nombreux du fait du régime irrégulier du système hydrographique.

15. Impact écologique et conservations des milieux

Les odonates représentent un élément important de l'écosystème des milieux aquatiques. Ils jouent un rôle non négligeable dans la régulation d'une partie de la faune de ces biotopes. Ils contribuent au maintien et au développement d'autres espèces animales. Les odonates sont des bio indicateurs et leur présence est un indice sûr de la richesse faunistique des eaux douces.

L'homme par son activité et sa prolifération entraînent la disparition des odonates, par :

- L'assèchement des marais, on raison d'extension des cultures.
- Les nouvelles pratiques agricoles, l'urbanisation et l'industrialisation ont entraîné la disparition d'étendues d'eau
- L'utilisation des engrais et des pesticides, les rejets de toutes sortes effectués des modifications sur la qualité des eaux
- La création des plans d'eaux pour les loisirs

1. Présentation de la forêt de Béni Ghobri

La forêt de Béni Ghobri représente un milieu typique méditerranéen de l'étage humide de l'Algérie.

1.1.Situation Géographique

Le massif forestier de Béni Ghobri dénommé également massif forestier de Yakouren est situé au centre nord de l'Algérie, dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Sa superficie est de 6 939 Ha, soit 10% du total des terres forestières de la wilaya, un massif s'étendant sur trois communes, Azazga, Ifigha et Yakouren (Fig 8).

Située dans la zone de l'Atlas tellien, la forêt domaniale des Béni Ghobri est rattachée administrativement à la circonscription des forêts d'Azazga et à la conservation des forêts de Tizi-Ouzou. Le massif forestier de Yakouren est situé à 135 km de l'est d'Alger dans la wilaya de Tizi Ouzou. Elle est délimitée :

- Au Nord, par la mont TAMGOUT.
- Au Sud, par les villages de CHERFA N'BEHLOUL et CHEBEL.
- A l'Est, par la forêt d'AKFADOU et
- A l'OUEST, par la ville d'AZAZGA.

L'altitude moyenne de la forêt est de 615 m, son point le plus bas est de 217 m à Tizi-Bouchen et son point le plus haut est à 1014 m à Sidi El Abed. (Messaoudene et al, 2008).

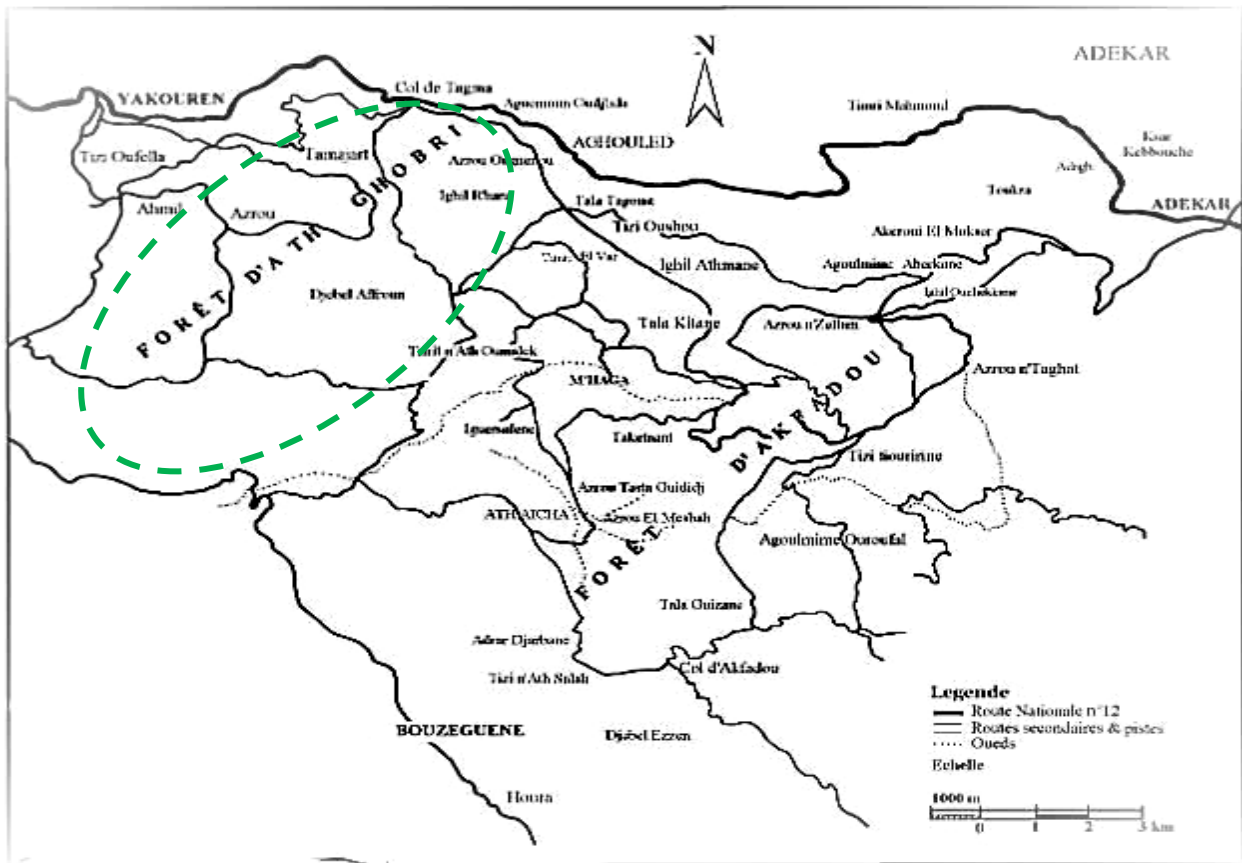


Figure 8 : Situation géographique de la Forêt des Béni Ghobri (Laribi et al, 2008).

1.2.Géologie, sol et topographie

La forêt de Béni Ghobri présente un relief très accidenté et une topographie assez diversifiée. Le cadre topographique de la région des Béni Ghobri est formé de la disposition du volume montagneux de la rive droite du haut Sebaou, mise en valeur par la tectonique récente et par la profonde taille du réseau hydrographique (Benhassaine, 1980).

Les sols de la forêt sont des sols lessivés, acides, par endroits. La texture est limono-sableuse en surface pour les sols lessivés acides, elle devient argileuse au niveau de l’horizon illuvial. Pour les sols iso-humiques, la texture est argileuse en surface et limono-argileuse en profondeur (Ganoun et Oumokrane, 1997).

1.3.Climatologie

Le climat de cette forêt est un climat méditerranéen. La forêt de Béni Ghobri bénéficie de la zone littorale où les précipitations sont très abondantes atteignant 1200 mm/an ; une période de sécheresse de 3 mois, la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) est de 29.44° C, alors que celle des minima du mois le plus froid (m) est de 4.38° C (Seltzer 1946).

La forêt se situe dans la zone bioclimatique humide à variante tempérée, un régime saisonnier de type HPAE (Hiver, Printemps, Automne, Été).

Le climat est un facteur très important qui se place en amont de toute étude fondamentale dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie et al., 1980).

Les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie et prospérer que lorsque certaines conditions climatiques sont respectées Dajoz (1974).

Selon Abdesselam (1995), la répartition pluviométrique de la Kabylie du Djurdjura dépend des conditions générales du climat méditerranéen caractérisé par :

- Des hivers froids et humides avec des précipitations à grandes irrégularités interannuelles
- Des étés chauds et secs avec une sécheresse totale bien marquée se prolongeant de juin à septembre.

• Précipitations

La précipitation demeure un facteur primordial, pour la réalisation d'une étude climatique.

Selon Derridj (1990) et Abdesselam(1995), la pluviométrie est importante dans le Djurdjura (altitude > 1000m). Elles sont caractérisées d'une part, par leur volume, par leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT,1999), et d'autre part, par une répartition inégale d'une région à une autre et d'une saison à une autre.

Les pluies interviennent principalement en printemps, en hiver, en automne, et en été est généralement sec. C'est d'ailleurs une caractéristique du climat méditerranéen (Emberger,1971).

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Tizi-Ouzou durant la décade (2010-2021) sont représentées dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Précipitations mensuelles (P) de la région de Tizi-Ouzou (2010,2021)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel moyen
P (mm)	117.01	105.03	99.22	69.18	48.25	1.43	1.66	5.65	29.62	60.93	148.58	95.31	797.87

(Source : station météorologique de Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2021)

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 797.87 mm pour la période(2010,2021).Un minimum de 1.66 mm enregistré en mois de juillet.

- **Températures**

La température est le second facteur après les précipitations qui conditionne le climat d'une région. C'est un facteur écologique important (Faurie et al., 2003; Dajoz, 2006).

Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces végétales et animales (Ramade, 1994).

Ce paramètre est en fonction de l'altitude, de la distance par rapport à la mer et varie également en fonction des saisons (Toubal, 1986). Elle est exprimée en degrés Celsius (C°).

Les températures moyennes et minimales mensuelles de la décade (2010-2021) de Tizi-Ouzou, sont regroupées dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5: Valeurs mensuelles des températures de Tizi-Ouzou (2010-2021).

Mois	J	F	M	A	Ma	J	Jui	Ao	S	O	N	D
M°C	16.1	16.83	16.04	24.76	26.85	31.54	36.06	35.59	31.62	27.64	21.46	17.02
m°C	7	7.2	9.09	11.56	14.03	17.75	21.38	22.2	19.26	15.49	12.22	8.14
T° moy	10.88	11.48	13.6	16.5	20.48	24.34	29.1	28.52	24.73	20.86	15.16	10.85

(Source : station météorologique de Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2021).

M : la moyenne des températures maximales (exprimées en degrés Celsius)

m : la moyenne des températures minimales

T° moy : $(M+m/2)$ températures moyennes mensuelles.

L'analyse des données du tableau montre que les températures moyennes mensuelles minimales les plus faibles sont enregistrées durant les mois de janvier et février avec 7 et 7.2°C, et les températures moyennes mensuelles maximales les plus élevées sont observés au mois de juillet avec 36.06°C le mois le plus chaud est juillet, alors que les mois janvier et février sont les plus froid.

1.4. Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques est effectuée par plusieurs indices climatiques, les plus utilisées en région méditerranéenne sont le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (indice xérothermique) et climagramme d'Emberger : cas du quotient pluviométrique.

- **Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson**

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson est un mode de répartition classique du climat région (humide et sèche) (DAJOZ, 2000).

Pour ces deux auteurs, un mois est dit sec lorsque le total mensuel des précipitations P , exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la Température du même mois : $P \leq 2T$.

A l'opposé, un mois est dit humide quand le total des précipitations est supérieur au double de la température du même mois : $P > 2T$ (Fig.9).

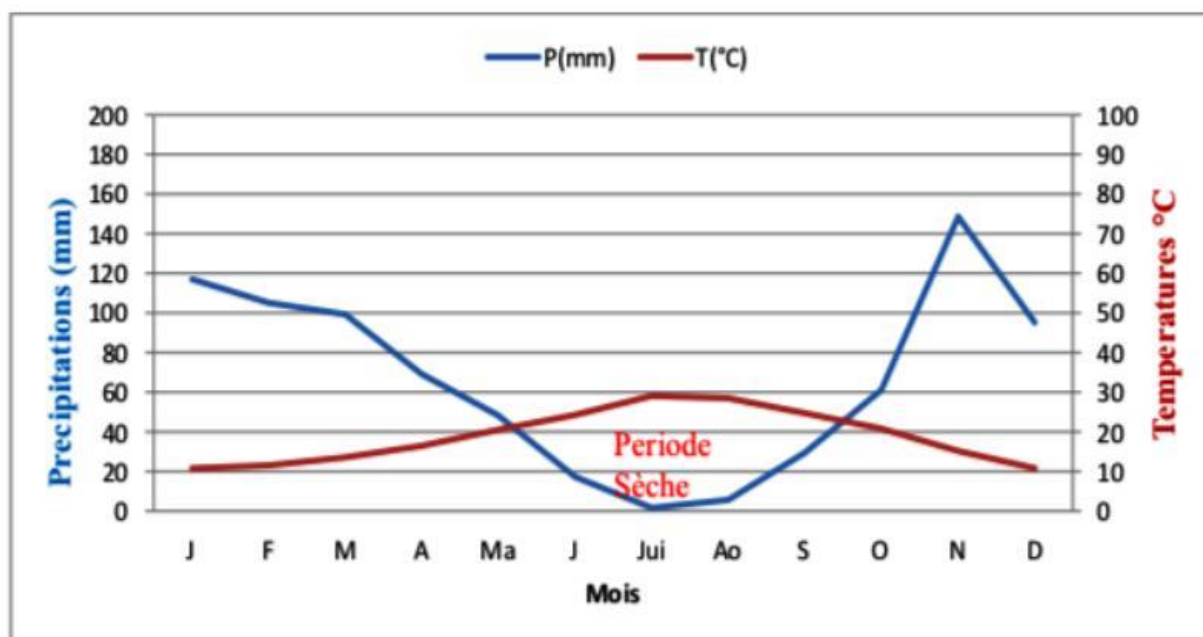


Figure 9 : Diagramme de Bagnouls et Gausson de la région de Tizi Ouzou (2010 - 2021).

Le diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou, nous montre l'existence de deux périodes humides l'une s'étale du mois de Janvier au mois de Mai et l'autre de mi-septembre à Décembre, et une période sèche qui s'étale de mi-Mai jusqu'à la mi-Septembre.

- **Quotient pluviométrique d'emberger « Q2 »**

Cette méthode permet la classification de la région en fonction de son étage bioclimatique.

Elle donne un aperçu exact sur le climat de la région ciblée. Notons d'abord que ce quotient, mis au point par EMBERGER et amélioré par Stewart en (1955). Le quotient initial d'EMBERGER est défini par la formule suivante :

$$Q = \frac{100P}{2(M + m)(M - m)}$$

P: précipitations annuelles exprimées en mm.

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

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

La formule simplifiée par Stewart pour l'adapter au climat du territoire Nord-Africain est la suivante :

$$Q2 = \frac{3.43p}{M - m}$$

Le climagramme d'emberger permet de classer les stations de la méditerranée au sein de cinq bioclimatiques : humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien.

La valeur du quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q2) est calculée dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Valeur du quotient pluviométrique de la région de Tizi-Ouzou

Région de Tizi-Ouzou	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
	797.87	36.06	7	94.17

Grace à la formule précédente, il est possible de calculer le quotient pluviométrique de la région d'étude. Les calculs de quotient pluviométrique donnent une valeur égale à 94.17 avec $m = 7^{\circ}\text{C}$. Ceci permet de classer la région Tizi-Ouzou dans l'étage bioclimatique Sub humide à hiver doux (Fig.10).

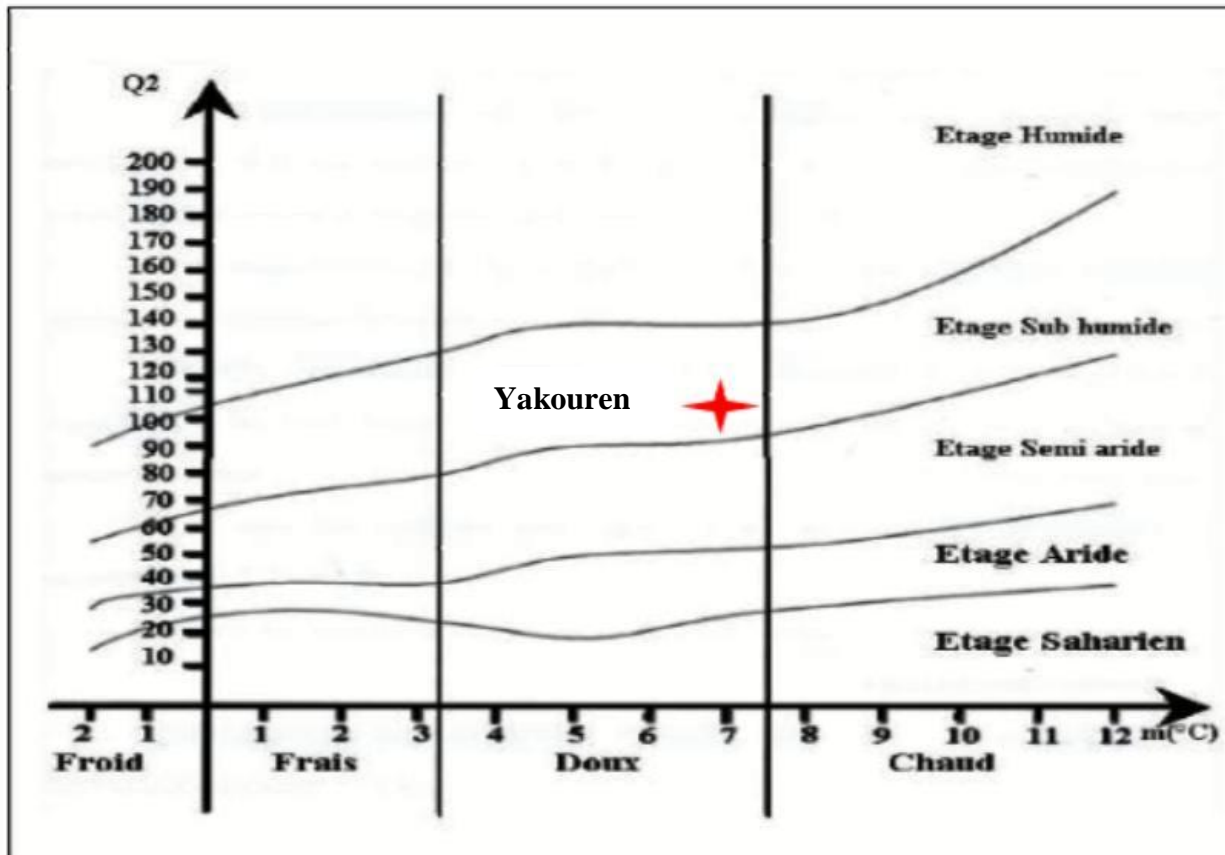


Figure 10 : Climagramme d'Emberger pour la période 2010-2021.

1.5.La faune

Selon la conservation des forêts de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010), la faune existante dans le massif forestier de Béni Ghobri, consiste la présence du singe magot (*Macaca sylvanus*) (espèce endémique), du sanglier, du chacal doré (*Canis aureus*) et du renard, ainsi que les oiseaux migrateurs comme la perdrix Gamba (*Alectoris barbara*), le pic-vert et le pigeon ramier.

1.6.La végétation

La végétation de Béni Ghobri est composée de trois strates : arborescente, arbustive et herbacée (Meddour, 2010).

- **La strate arborescente**

Est composée essentiellement de chêne liège (*Quercus suber*), de chêne Afares (*Quercus afares*) et de chêne zeen (*Quercus canariensis*).

Ces derniers sont représentés dans des proportions relativement différentes et variables en fonction de l'altitude, de l'exposition et de la nature du sol. Le recouvrement de ces chênaies varie entre 20 à 70% (30-35%).

- **La strate arbustive**

Est très dense et très développée sous peuplements. Cette strate est composée essentiellement de: Ciste (*cistustri florus*), bruyère arborescente (*Erica arborea*), ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius*), ronce (*Rubus incanescens*), laurier tin (*Viburumtinus*), aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), arbousier (*Arbutus unedo*).

- **La strate herbacée :**

Elle regroupe les espèces sylvatiques montagnardes caractéristiques de la classe des *Querceteapubescentiset* les espèces sylvatiques de basse altitude caractérisant la classe des *Querceteailicis*. Les espèces rencontrées sont généralement des graminées telles que : Clinipodium vulgare (*Satureja vulgaris*), brachypode des bois (*Brachypodium sylvaticum*), ficaire (*Ficariaverna*), etc.

1.7. Relief et exposition

Un relief très variable et plus ou moins accidenté ; ce dernier conditionne en grande partie la pédogenèse en l'opposant ainsi à l'influence du climat général. Le style de déformation du relief est conditionné par les propriétés mécaniques des roches.

La forêt de Béni Ghobri présente les deux grands ensembles topographiques suivants :

- La basse montagne qui s'étage entre 500 et 900 m d'altitude.
- La moyenne montagne qui va jusqu'à plus de 1500 m d'altitude.

La tranchée pare feu suit une ligne qui s'étage sur différentes altitudes et divise la forêt des Béni Ghobri en deux versant : le versant nord-ouest et le versant sud-est.

1.8. Hydrographie

Un réseau hydrographique très dense traverse la forêt de Béni Ghobri, constitué des affluents secondaires qui alimentent l'oued Sebaou tels Ighzer Aboud, Ighzer Tazert, Oued Braham, Ighzer Bouamara, ainsi que par d'autres sources hydrographiques à savoir les points d'eau avec un régime irrégulier au cours de l'année.

La forêt domaniale de Béni Ghobri bénéficie des précipitations annuelles comprises entre 900 et 1400 mm/an. La période de sécheresse s'étale généralement sur trois Mois (Messaoudène, 1989 in Messaoudène, 2008).

1.9. Pédologie et pentes

Ferrahi (1994) in Messaoudène et al., 2008 a déterminé dans cette forêt quatre grands types de sols :

- Les sols superficiels.
- les sols lessivés peu différenciés.
- les sols lessivés acides à horizon d'accumulation argileux profond.
- les sols lessivés acides à horizon d'accumulation argileux superficiel.

La région présente des pentes orientées généralement vers le nord-ouest, varient en moyenne entre 15 et 45%.

1.10. Densité de la population

La densité de la population à l'image de toute la wilaya est très élevée (1 165 171 habitants, 2014), De nombreux villages sont devenus des villes. Ce constat est d'autant plus alarmant puisqu'il s'agit de communes à fort potentiel forestier. La pression anthropique sur le massif est très forte, que ce soit pour l'accaparement de nouveaux espaces, le pacage ou le prélèvement des produits de la forêt modifient ainsi la composition et la structure de la faune et flores existantes.

2. Présentation des stations d'étude

Trois stations ont fait objet de notre travail de terrain : S1, S2 et S3

Le tableau détaillé est illustré ci-dessous (Tab.7).

Tableau 7: Présentation des stations d'étude.

Station	Code de la station	Localisation	Type d'habitat	Point	Altitude
Tamda Si said arab	S1	Yakouren	Retenue collinaire	-	416 m
Thala Tnina	S2	Yakouren	Retenue collinaire	-	324 m
Assif	S3	Yakouren	Cours d'eau	Ifri N'bath	284 m
				Vizel	218 m
				Assif n'Ath Ali	191 m

• Station S1

C'est une retenue collinaire « R.C 1 » à 600 m du village d'Ait Aissi. Dite Tamda Si SaidArab

-Altitude : 416 m

-Longitude : 36° 46' 53" N

-Latitude : 4° 26' 23" E

-Profondeur : 50 cm

-Substrat : galets et débris organiques.

-Végétation bordant : terrain agricoles, verger.

-Végétation aquatique : Algues.

-Action anthropique : activités agricoles.



• Station S2

C'est une retenue collinaire «R.C 2 » à 600 m du village d'Ait Aissi. Dite Thala Tnina

-Altitude : 324 m

-Longitude : 36° 46' 19" N

-Latitude : 4° 27' 18" E

-Profondeur : 1 à 2 m

-Substrat : galets et débris organiques.

-Végétation bordante : Roseau, strates herbacées et arborescentes.



- Végétation aquatique comme *Glyceria fluitans*.
- Action anthropique : activités agricoles.

- **Station S3**

C'est un cours d'eau. On l'a divisé en 3 trois points : P1, P2, P3

- **Point 1**

Le point dit Ifri N'bath

- Altitude : 284 m.
- Longitude : $36^{\circ} 46' 26''$ N
- Latitude : $4^{\circ} 27' 12''$ E.
- Profondeur : 40 à 50 cm.
- Substrat : Roches, galets et gravier.
- Vitesse de courant : lente.
- Végétation aquatique : mousses et algues.
- Action anthropique : présence de déchets.



- **Point 2**

Le point dit Vizel, c'est le point de confluence entre Yakouren et Tamgout

- Altitude : 218 m.
- Longitude : $36^{\circ} 46' 49''$ N
- Latitude : $4^{\circ} 27' 18''$ E
- Profondeur : 40 à 50 cm.
- Substrat : Roche galets et gravier.
- Vitesse de courant : lente.
- Végétation aquatique : mousses et algues.
- Action anthropique : présence de déchets



- **Point 3**

Le point dit Assif n° Ath Ali

-Altitude : 191 m.

-Longitude : 36° 47' 4'' N

-Latitude : 4° 27' 43'' E

-Profondeur : 40 à 50 cm.

-Substrat : Roche et sable.

-Vitesse de courant : lente.

-Végétation aquatique : mousses et algues.

-Action anthropique : Présence de déchets



3. Les paramètres environnementaux

Un total de 08 paramètres mésologiques a été mesuré et/ou estimé sur chacune des stations échantillonnées.

Six paramètres mésologiques sont considérés comme « variables écologiques » ont été mesurés et/ou estimés à chaque campagne d'échantillonnage dont la profondeur du lit, la largeur moyenne du lit, la vitesse du courant, la température de l'eau, la nature, l'abondance de la végétation aquatique et les perturbations anthropiques.

Cinq autres paramètres mésologiques, considérés comme « constantes écologiques », ont été estimés et/ou mesurés, à s'avoir : l'altitude, la pente de la station, la distance à la source, la nature de substrat et la végétation bordante.

3.1. Caractéristiques physiques

- **Altitude**

Les travaux de Samways (1998) en Afrique du Sud, ont révélé une diminution du nombre de taxons avec l'augmentation de l'altitude. Selon un gradient longitudinal,

- **Pente**

La pente est un facteur écologique important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans la détermination de la vitesse du courant et de la taille des composantes du substrat, ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

- **Débit et vitesse du courant**

Les débits sont déterminés par les apports atmosphériques. Ils dépendent de l'altitude, la distance à la source, le type des terrains traversés et des précipitations.

Les débits les plus importants de l'année correspondent à la fonte du manteau neigeux au printemps, augmenté par les apports en pluies souvent abondantes à cette même période de l'année (Abdesselam, 1995).

Dans ce travail, faute de manque de matériel de mesure de la vitesse du courant (flotteur), cette dernière est classée selon l'échelle de BERG :

- Vitesse très lente : < 0.1 ms.
- Vitesse lente : 0.1 à 0.25 ms.
- Vitesse moyenne : 0.25 à 0.50 ms.
- Vitesse rapide : 0.50 à 1 ms
- Vitesse très rapide : > 1 ms.

- **Substrat**

Le substrat constitue le support vital des libellules auquel elles sont étroitement liées pendant une partie de leur vie (stade larvaire).

Dans la présente étude, l'importance relative de chaque catégorie de substrat est estimée par une observation directe dans chaque station. C'est ainsi qu'au niveau des stations d'altitude et moyenne altitude, le substrat dominant est le gros galet. En revanche, dans les stations de basse altitude, il y a une multiplicité de substrat.

- **Température de l'eau**

D'après Lounaci (2005), la température de l'eau représente un facteur écologique important dans les systèmes hydrologiques. Elle conditionne la possibilité de développement, la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

Devant l'illusion de réaliser des mesures journalières de la température dans nos sites d'étude, nous nous sommes contentés des relevés ponctuels à l'aide de l'appareil Hanna HI 8424.

- **Couvert végétal**

Le couvert végétal constitue une importante ressource nutritive aux larves d'Odonates.

La végétation rivulaire assure des fonctions multiples et variées au bénéfice des cortèges odonatologiques. Les forêts denses sont considérées comme des sites de refuge pour les imagos qui doivent s'y alimenter et s'y reproduire (Bouziane, 2018).

2. Perturbations anthropiques

De nos jours, les réseaux hydrographiques de Kabylie sont soumis à d'importantes pressions anthropiques.

En altitude, les effluents domestiques constituent la principale source de pollution des cours d'eau de la Kabylie. L'élevage et l'aviculture demeurent les principales activités agricoles. Leurs impacts potentiels sur les cours d'eaux devraient être relativement faibles.

Dans les piémonts et les basses altitudes, les principales sources de pollution sont les rejets urbains cumulés au pompage de l'eau, le détournement de l'eau pour l'irrigation et l'extraction de sable et de graviers en relation avec l'accroissement des constructions.

Dans les plaines et les vallées, l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques, d'herbicides, d'insecticides et autres pesticides fait que via le lessivage des sols, l'eau retourne aux cours d'eau entraîne une eutrophisation par les nitrates et phosphates, induisant ainsi un déséquilibre sur la faune et flore aquatique.



Figure 11 : La pollution de l'eau (Original, 2023).

Les études écologiques sur les odonates ont permis une avancée des connaissances, quant à leurs exigences écologiques notamment dans la sélection de l'habitat dont les plus importantes sont l'hétérogénéité des habitats, les caractéristiques hydrologiques et l'ensoleillement (Merlet et Itrac-Bruneau, 2016).

1. Matériels utilisés

Dans notre étude nous avons utilisés plusieurs matériaux.

- **Le filet entomologique**

Qui se compose souvent d'un manche d'1 à 2 m. A l'extrémité de ce dernier, se fixe un cercle métallique de 30 à 50 cm de diamètre, pourvu d'une poche plus ou moins longue, le plus souvent en nylon ou en polyester. Cette poche doit être translucide afin de permettre la localisation de l'insecte (Fig.12).



Figure 12 : Filet entomologique (originales 2023).

- **Un appareil photo**

Pour obtenir des images des habitats aquatiques et de leur environnement, des espèces in situ, mais aussi pour conserver une preuve de la présence de telle ou telle espèce particulière, afin d'en assurer l'éventuelle validation si un doute existe sur son identification.

- **Carnet de terrain**

Pour mentionner toutes les informations qui pourront nous être utiles dans notre échantillonnage (la date et l'heure de la sortie, le nom de la station, son altitude, longitude, latitude, et la température et le ph de l'eau, la végétation présente dans la station...) (Fig.13).

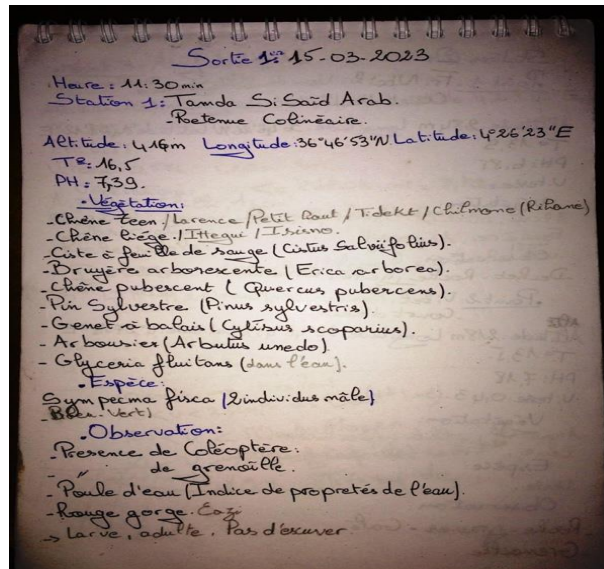


Figure 13 : Carnet de terrain (originale 2023).

- **Boite de récolte**

Pour récolter les exuvies et un éventuel examen détaillé au laboratoire avec des clés de détermination (Fig.14).



Figure14: boite de pétrie ou boite de récolte d'exuvies (Originale 2023)

- **Un tamis à mailles fines**

Servant à trier les larves d'odonates des autres espèces aquatiques. (Fig.15).



Figure 15 : Un tamis à mailles fines (Originale 2023)

- **Une pince entomologique**

Il s'agit d'une pince plate aux pointes bêches. Permet de manipuler les organes et épidermes des odonates pour ne pas les endommager ou abimer.

- **Des flacons remplis d'Ethanol**

On a utilisé des flacons de différentes tailles en verre ou en plastique récupérés à l'hôpital et on les a remplis d'Ethanol diluer à 70°(CH₃-CH₂-OH) pour la conservation des adultes et des larves. (Fig.16).



Figure 16: Flacons remplis d'éthanol (Originale 2023)

- **Des Etiquettes**

Utilisés pour mentionner la date et le lieu et le nom des spécimens d'odonates capturés.(fig.17).

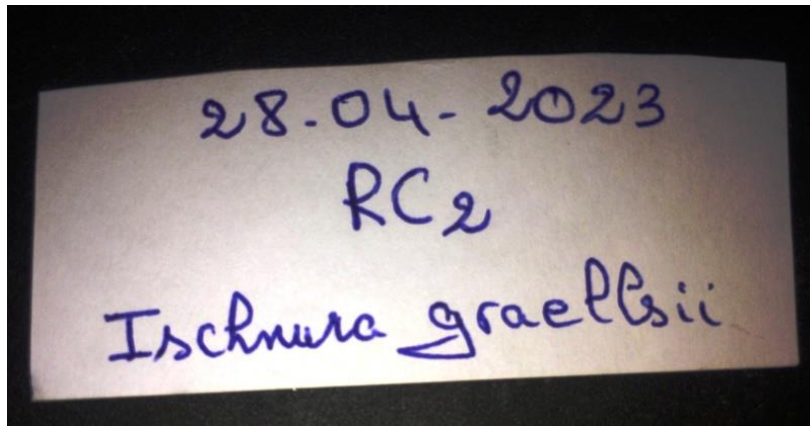


Figure 17 : Un exemple d'étiquette (Originale 2023).

- **Un guide d'identification**

Pour identifier d'une manière efficace, il est important de posséder des guides et des clés de détermination. (Fig18).

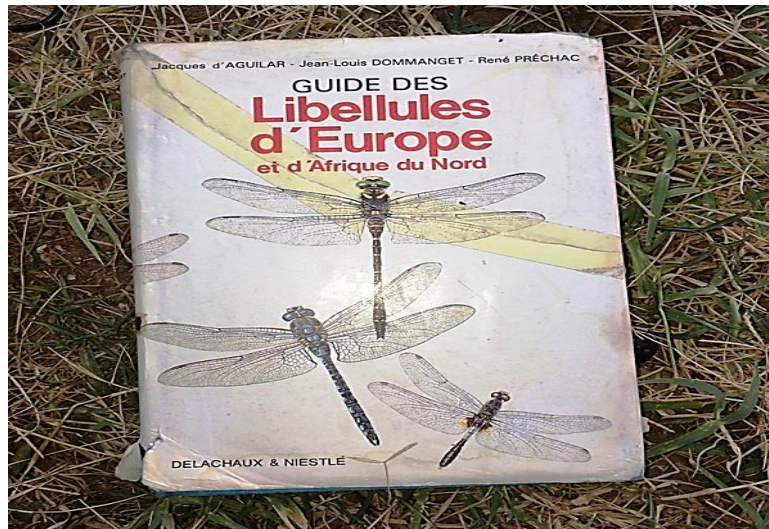


Figure 18 : Guide d'identification (Originale 2023).

- **La loupe binoculaire**

Pour l'identification des espèces d'odonates capturés sur le terrain. Les grossissements utiles à l'observateur vont de 8x à 20x. (Fig19).



Figure 19 : La loupe binoculaire (Originale 2023)

- **Multi paramètre**

Cet appareil qui a pour référence Hanna HI 8424 (Fig.20) permet de réaliser des mesures de Ph et de température sur terrain. L'étalonnage des sondes se fait automatiquement par reconnaissance des solutions tampons.



Figure 20 :Multi paramètre (Hanna HI 8424).

2. Méthodologie

Pour pouvoir établir un inventaire odonatologique aussi complet que possible, il est nécessaire de recourir à l'échantillonnage des larves, exuvies et imagos car ça permet à l'observateur de récolter des informations sur l'autochtonie des espèces mais également de récolter des données complémentaires sur les espèces plus discrète ou difficile à capturer (Lebrasseur,2013).

Notre échantillonnage a été effectué pendant 6 mois (du mois de Mars jusqu'au mois d'Août) au sein de la forêt de Béni Ghobri, au village d'Ait Aissi.

2.1. Capture des odonates (Sur le terrain)

La capture des odonates est réalisée en se basant sur trois stades de développement soient les larves, les exuvies et les adultes (imagos).

➤ Collecte des larves

Les larves se déplacent dans la végétation aquatique, les enchevêtrements de racines, les amas de végétaux ou les sédiments du fond. La collecte des larves ce fait à l'aide d'un tamis à maille fines. Après la récolte des spécimens, on les dépose dans des flacons étiquetés contenant de l'alcool à 70 %. Mentionner toutes les informations nécessaires (la date, le lieu,). La présence des larves nous renseigne sur l'autochtonie des espèces (Fig.21).



Figure 21: Larve échantillonné (Originale 2023).

➤ **Collecte des exuvies**

Les exuvies (cuticules externe des individus) sont recherchées et collectées à la main dans la végétation au bord de l'eau et sur les roches. Elles sont collectées soigneusement et conservées dans des boîtes de pétries. La présence des exuvies d'une espèce est une preuve de son succès reproducteur.



Figure 22 : Exuvie sur un végétale (Originale 2023)

➤ **Capture d'adultes (ou imagos)**

Les adultes sont échantillonnés à l'aide un filet entomologique. Leurs collectes est faites aléatoirement avec la méthode des fauchages, on animant le filet par des mouvements de va et viens autour des cours d'eau et des retenues. Les individus capturés sont conservés dans des flacons remplis d'éthanol pendant quelques secondes, on les photographie afin d'éviter la décoloration et pour simplifier l'identification.



Figure 23: Adulte capturé (Originale 2023)

2.2. Identification (Au laboratoire)

L'identification est essentielle pour la réalisation de notre liste préliminaire. Avant de commencer l'identification, il faut d'abord faire sortir soigneusement les spécimens des flaques, et les poser et les trier dans des boîtes de pétrie et étaler leurs ailes, puis l'identification se fait à l'aide de Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique de Nord (Jacques d'AGUILAR de l'I.N.R.A. et Jaen-Louis dommanget de l'I.N.R.A, 1985).

L'identification est basée sur la morphologie des odonates : position des yeux ; nervations des ailes ; segments d'abdomen ; et aussi sur les couleurs (taches sur les ailes et les pigmentations d'insecte). (Wolfgang et Werner, 2009).

3. Indices écologiques appliqués aux odonates

La composition et l'organisation des peuplements qui constituent une biocénose peuvent être caractérisées par des outils descriptifs tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance et la diversité (Ramade, 1994).

Afin de mieux concevoir la structure de l'odonatofaune des sites étudiés, un traitement de l'abondance, la fréquence ainsi que la richesse spécifique des imagos sont estimées. La diversité d'Odonates est également calculée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Weaver complétée par l'indice d'équitabilité.

3.1. Richesse spécifique

C'est le nombre d'espèces (S) rencontrées au moins une fois au terme de N relevés (Blondel, 1975). C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Pour la présente étude, il s'agit de l'ensemble des espèces du peuplement d'Odonates observées dans notre site d'étude.

$$S = sp1 + sp2 + sp3 + \dots + spn$$

$Sp1 + Sp2 + Sp3 + \dots + Sp n =$ espèces observés.

S = nombre totale des espèces observés.

3.2. Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce est le rapport de son abondance spécifique à l'abondance totale (fréquence relative). L'abondance totale correspond au nombre d'individus de toutes les espèces du peuplement. L'abondance relative est exprimée comme suite :

$$Ar (\%) = ni/N \times 100$$

ni : le nombre des individus d'une espèce

N : le nombre total des individus toutes espèces confondues.

3.3. Occurrence relative

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

$$Or (\%) = Pi/P \times 100$$

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

P : est le nombre total de relevés effectués.

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

- Des espèces constantes si $75\% \leq C \leq 100\%$
- Des espèces régulières si $50\% \leq C < 75\%$
- Des espèces accessoires si $25 \leq C < 50\%$
- Des espèces accidentelles si $5\% \leq C < 25\%$

3.4. Indice de SORENSEN

L'utilisation des coefficients de similarité sont de grande utilité dans le calcul du degré d'association ou de similarité des espèces des quatre (04) sites de notre étude. Particulièrement l'indice de Sorensen qui se calcule suivant la formule :

$$C_s = (2J/a+b) \times 100$$

C_s: indices de SORENSEN.

a : nombre d'espèces présentes dans le premier site.

b : nombre d'espèces présentes dans le deuxième site.

J : nombre d'espèces communes aux deux (02) sites.

3.5. Indices de diversité spécifique

La diversité spécifique prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces dans un assemblage donné. Les indices les plus utilisés sont les indices de Shannon-Weaver et d'équitabilité.

- **Indice de Shannon**

Cet indice donne une idée de la diversité spécifique d'un milieu c'est-à-dire du nombre d'espèces de ce milieu (richesse spécifique) et de la répartition des individus au sein de ces espèces. Calculer comme suite :

$$H' = - \sum (n_i / N) \log_2 (n_i / N)$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce de rang i

N : nombre total d'individus

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

La diversité maximale d'un peuplement est représentée par $H' \text{ max}$. Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement. Elle est calculée par la formule suivante :

$$H' \text{ max} = \log_2 S$$

$H' \text{ max}$: la diversité théorique maximale

S : richesse totale de ce peuplement

- **Indice d'équitabilité**

Cet indice accompagne souvent l'indice de SHANNON-WEAVER afin de montrer si la structure de la communauté des peuplements est ou non équilibrée. Il se calcule à partir de la diversité maximale ($H' \text{ max}$) comme suite :

$$E = H' / H' \text{ max}$$

H' : indice de SHANNON et WEAVER.

$H' \text{ max} = \log_2 S$.

S : richesse spécifique.

L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (Ramade, 2003).

1. Analyse global

Les espèces d’odonates recensées durant la période d’étude (Mars 2023- Aout2023) dans les cinq stations durant les différentes visites bimensuelles sont consignées dans le tableau ci-dessous (Tab 8).

Tableau 8 :Liste des espèces d’odonates recensé dans les cinq zones d’étude

Sous ordre	Famille	Nom scientifiques de l’espèce
Zygoptères	Coenagrionidae	<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)
		<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)
		<i>Platycnemis subdilataatae</i> (Vander Linden, 1820)
		<i>Coenagrion lindenii</i> (Sélys, 1840)
		<i>Coenagrion puella</i> (Linné, 1758)
	Calopterygidae	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)
	Lestidae	<i>lestes virens</i> (Charpentier, 1825)
		<i>Sympecma fusca</i> (Van der Linden, 1820)
		<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)
Anisoptères	Aeshnidae	<i>Anax imperator</i> (LEACH, 1815)
		<i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)
		<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)
		<i>Boyeria irene</i> (Fonsolombe, 1838)
		<i>Aeshna isosceles</i> (Müller, 1767)
	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé.1832)
		<i>Orthetrum trinacria</i> (Sélys, 1841)
		<i>Trithemis kirbyi</i> (Sélys, 1891)
		<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)
		<i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841)
		<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840)
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)

Le recensement des odonates dans les cinq stations de la forêt de Béni Ghobri fait ressortir un total de 21 espèces appartenant aux deux sous ordres Anisoptères et Zygoptères, ce qui représente environ 1/3 de l'Odonatofaune algérienne qui est de 64 espèces (Ait Taleb et al. 2022).

Les espèces répertoriées se répartissent en 06 familles appartenant au deux sous ordres, les Anisoptères (12 espèces) et les Zygoptères (09 espèces). La famille des Calopterygidae est la mieux représentée de l'ensemble du peuplement avec 26%, en effet, c'est la famille la plus abondante et endémique du Maghreb, suivie par les familles des Libellulidae avec 24 % et Coenagrionidae avec 23%, puis vient la famille des Lestidae avec 14%, puis vient la famille des Aeshnidae avec 12%. En fin, la famille des Gomphidae avec 2% et les Aeshnidae avec 12% et les Gomphidae avec 2% (Fig 24).

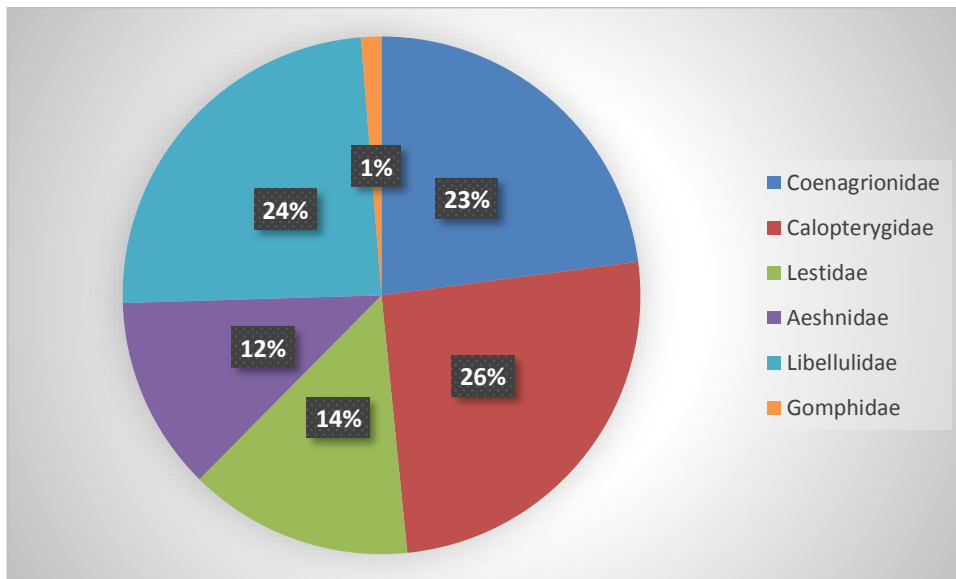


Figure 24: Pourcentage des familles d'Odonates dans la région d'étude.

2. Présence /Absence des espèces

Le tableau suivant illustre la présence/ absence des espèces d'odonates dans les cinq stations d'étude de la forêt de Béni Ghobri.

Tableau 9:Présence/ Absence des espèces dans les cinq stations d'étude

Espèces \ Station	RC1	RC2	P1	P2	P3
Coenagrionidae					
<i>Ischura graellsii</i>	-	+	-	-	-
<i>Platycnemis pennipes</i>	-	-	+	+	+
<i>Platycnemis subdilatatae</i>	-	+	-	-	+
<i>Coenagrion lindenii</i>	-	-	-	-	+
<i>Coenagrion puella</i>	-	-	+	+	+
Calopterygidae					
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	-	-	+	+	+
Lestidae					
<i>Lestes virens</i>	-	-	+	+	+
<i>Sympetma fusca</i>	+	-	-	-	-
<i>Lestes barbarus</i>	-	-	+	+	+
Aeshnidae					
<i>Anax imperator</i>	-	+	-	+	+
<i>Aeshna mixta</i>	-	+	-	+	+
<i>Aeshna cyanea</i>	-	+	-	-	-
<i>Aeshna isosceles</i>	+	-	-	-	-
<i>Boyeria irene</i>	+	-	+	-	-
Libellulidae					
<i>Crocothemis erythraea</i>	-	+	-	+	+
<i>Orthetrum trinacria</i>	-	+	-	+	+
<i>Trithemis kirbyi</i>	-	-	-	-	+
<i>Sympetrum sanguineum</i>	-	+	-	-	-
<i>Sympetrum meridionale</i>	-	+	-	-	-
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	-	+	+	-	+
Gomphidae					
<i>Onychogomphus orcipatus</i>	-	-	-	-	+
Total	3	11	7	9	14

(+)
Présence(-)
Absence

A partir de ces résultats, il ressort que sur les 21 espèces inventoriées, 14 sont recensées dans la station P3 (Assif n'Ath Ali) qui représente un cours d'eau dans l'écosystème lotique caractérisé par une ripisylve importante et une vitesse relativement faible, suivi de la station RC2 (Thala Tnina) avec 11 espèces qui est un écosystème lentique.

La station RC1 est la moins riche (3 espèces) cela est expliqué par l'assèchement précoce de cette retenue.

Il semble qu'aucune espèce n'est commune entre les 05 stations d'études entre écosystème lotique et lentique, cela peut être justifié par les variations des caractéristiques

environnementales. En revanche les espèces inventoriées dans les cours d'eau sont présentes dans les trois points d'échantillonnage.

3. Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés

3.1. Les indices écologiques de composition

- **La richesse totale**

Les résultats obtenus en calculant la richesse en espèces dans les cinq stations d'étude et durant les six mois d'échantillonnage (Mars- Août) sont représentés dans la figure ci-dessous (Fig.25).

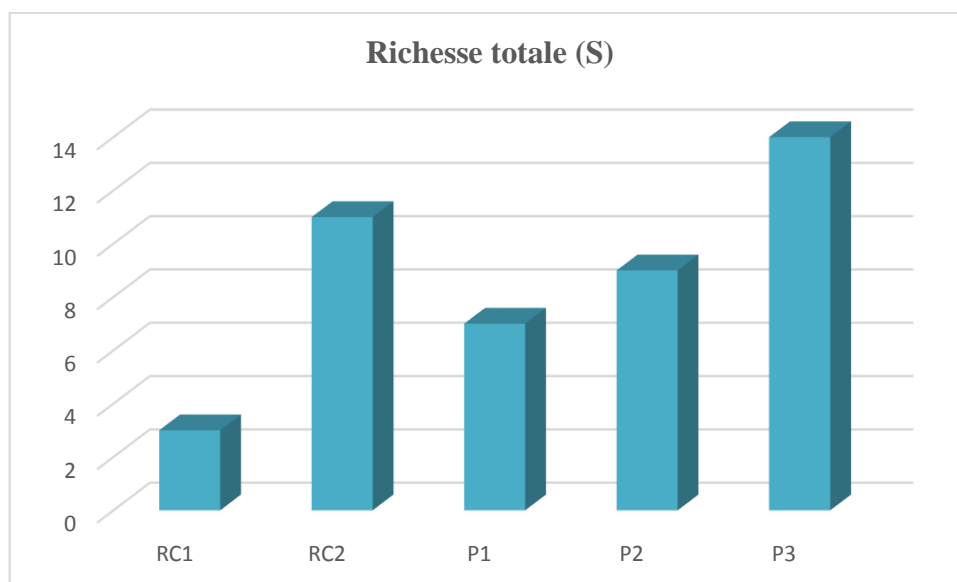


Figure 25: Richesse spécifique des odonates dans les stations d'étude.

D'après ces résultats, nous constatons que 4 stations sur 5 sont relativement riches en espèces (P3, RC2, P2 et P1), rappelons que la station la plus riche est la station P3 qui est un cours d'eau à vitesse faible et bordés de végétation qui offrent alors des conditions propices à l'installation d'une diversité odonatologique importante, suivi de la station RC2 qui est une retenue collinaire avec une richesse de 11 espèces, une station d'eau stagnante bien ensoleillée avec un substrat doux et une végétation bordante caractérisée par le roseau qui est l'une des meilleures préférences des odonates.

- **Abondance et occurrence relative des espèces**

L'abondance et l'occurrence relatives des espèces récoltées dans les cinq stations d'étude sont illustrées dans le tableau ci-dessous (Tab 10).

Tableau 10: Abondance relative (Ar %) des différentes espèces.

Espèces	Ni	Ar (%)	Or(%)
<i>Aeshna cyanea</i>	1	0.63	20
<i>Aeshna isosceles</i>	1	0.63	20
<i>Aeshna mixta</i>	4	2.54	40
<i>Anax imperator</i>	4	2.54	20
<i>Boyeria irene</i>	9	5.73	20
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	40	25,47	20
<i>Coenagrion lindenii</i>	4	2.54	60
<i>Coenagrion puella</i>	13	8,28	60
<i>Crocothemis erythrea</i>	11	7.00	60
<i>Ischura graellsii</i>	2	1.27	20
<i>Lestes barbarus</i>	7	4.45	60
<i>Lestes virens</i>	13	8.28	60
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	1.27	20
<i>Orthetrum trinacria</i>	12	7.64	60
<i>Platycnemis pennipes</i>	15	9.55	60
<i>Platycnemis subdilata</i>	2	1.27	20
<i>Sympecma fusca</i>	2	1.27	60
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	7	4.45	60
<i>Sympetrum meridionale</i>	3	1.91	40
<i>Sympetrum sanguineum</i>	3	1.91	60
<i>Trithemis kirbyi</i>	2	1.27	20
Total	N= 157	100%	-

L'échantillonnage des odonates dans la forêt de Béni Ghobri a été conduit sur les deux écosystèmes lotiques (cours d'eau) et lentiques (retenue collinaire).

Durant toute la période d'étude, nous avons échantillonné un total de 157 individus.

L'abondance maximale est enregistrée par *Calopteryx haemorrhoidalis* en milieu lotiques avec 40 individus soit 25.47%. En revanche, l'abondance minimale est représentée par *Aeshna cyanea* et *Aeshna isosceles* et *Sympetrum sanguineum* avec seulement un seul individu soit de 0.63 %. Cette dernière est une espèce classée vulnérable (VU) dans la liste rouge de l'UICN.

La différence fortement remarquable des abondances des odonates, peut être expliquée par la différence des facteurs écologiques du milieu (Altitude, température, végétation, vitesse du courant, etc.) qui régissent la répartition ainsi qu'a l'écologie et le statut des espèces.

3.2. Indices écologiques de structure

• **Indice de Shannon et d'équitabilité**

Les valeurs de l'indice de Shannon et d'Equitabilité sont mentionnées dans le tableau ci-dessous (Tab.11)

Tableau 11 : Indice de Shannon et d'Equitabilité

Stations \ Indice	RC1	RC2	P1	P2	P3
H'	1.63	1.01	0.98	0.98	0.42
H 'max	1.58	3.45	2.80	3.16	3.80
E	1.03	0.29	0.35	0.31	0.11

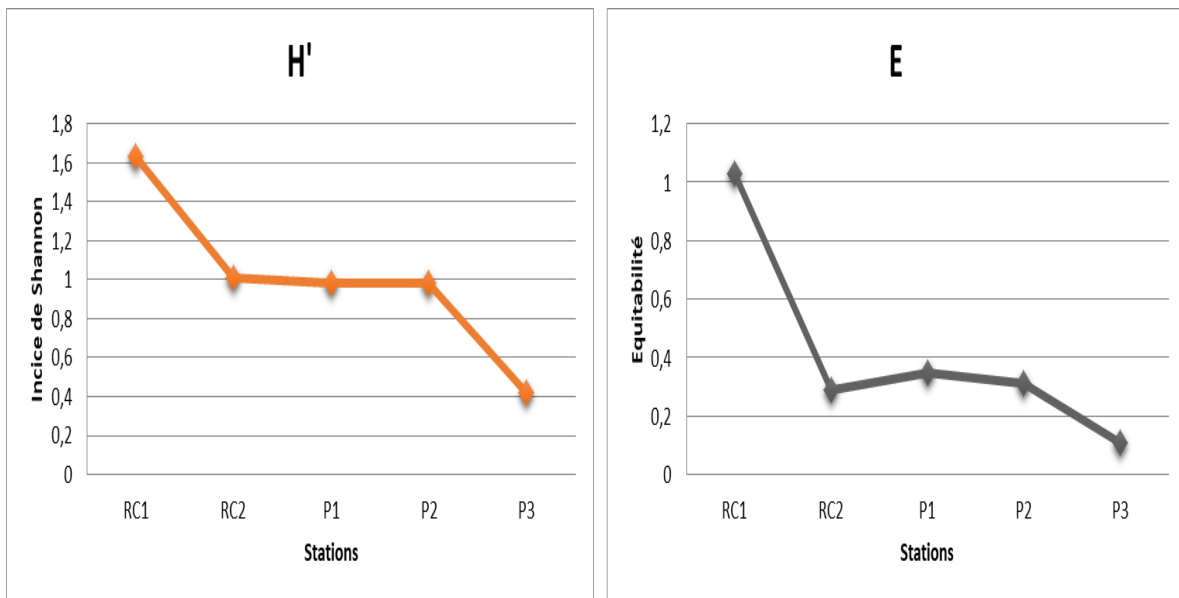


Figure 26 : Représentation graphique de l'évolution des indices de diversité spécifique (Shannon et Weaver (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'étude.

Les valeurs de H' et de E varient respectivement entre un maximum de H'= 1.63 et E = 1.03 à la station RC1, et un minimum de H' = 0.42 et E = 0.11 pour la station P3.

L'indice de la diversité de Shannon, utilisé couramment pour des comparaisons entre sites, révèle une diversité un peu plus élevée (3,80 bits) dans la station P3 du cours d'eau par rapport

à celle enregistrée dans les autres stations (RC1, RC2, P1, P2). Cela est dû à la richesse spécifique de cette station (14 espèces représentant 66,66% de l'odonatofaune recensée) qui est conditionnée principalement par l'hétérogénéité et la physionomie de ce site. En effet, la station (RC) est un milieu lentique offrant ainsi des conditions idéales à l'installation et au bon développement des odonates, ce qui engendre une grande diversité et un équilibre du milieu.

À l'inverse des stations d'eau lotique, dont les berges sont encerclées par des ceintures arborescentes et une végétation herbacée très dense réduisant l'apport en lumière. Ce ombrage peut gêner le bon fonctionnement écologique du plan d'eau, amoindri sa température et réduit sa diversité. Dans la mesure que, selon Merlet et Itrac-Bruneau (2016), l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odonatologique et la chimie de l'eau peut être également un facteur limitant de la diversité dans ce site. Ceci est en accord avec les conclusions de Subramanian (2005) qui a révélé que l'ombre et la végétation aquatique favorisent les Zygoptères plus que les Anisoptères, ce qui explique l'abondance des Zygoptères par rapport aux Anisoptères dans les cours d'eau étudiés.

D'une manière générale, H' et E augmentent d'une part, avec le nombre d'espèces et, d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance, autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance.

3.3. Indice de SORENSSEN

Dans le but de voir s'il y a une similarité entre les stations de chaque milieu, nous avons calculé le coefficient de similarité de SORENSSEN dont les valeurs pour chaque milieu sont consignées dans le tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12 : Indices de SORENSSEN pour chaque station.

	RC1	RC2	P1	P2	P3
RC1	100%				
RC2	-	100%			
P1	20%	11%	100%		
P2	-	40%	62.5%	100%	
P3	-	40%	47%	85%	100%

Le milieu lentique, représenté par la retenue RC1 et RC2 n'affichent aucune similarité, cela peut être expliqué par la différence de physionomie des deux retenues et l'assèchement précoce de la retenue collinaire 1.

Le milieu lotique où figurent les points P1, P2, P3 indiquent une similarité qui atteint 85% entre les deux point d'échantillonnage P2, P3.

La valeur de 11% qui se rapproche de 0 obtenue entre RC2 et P1, confirme que les milieux lotique et lentique présentent une différence. Nous pouvons dire que ces deux milieux lentique et lotique sont dissimilaires.

4. Distribution temporelle globale

En se basant sur les travaux de Samraoui 2015, les espèces inventoriées sont réparties en saison printanière et estivale. La distribution des espèces est illustrée dans le tableau 13 ci-dessous (Tab.13).

Tableau 13 : Répartition temporelle des odonates durant deux saisons.

Espèces	Saison printanière (Février, Mars, Avril et Mai)	Saison estivale (Juin, juillet, aout)
<i>Ischura graellsii</i>	+	+
<i>Platycnemis pennipes</i>	-	+
<i>Platycnemis subdilatae</i>	-	+
<i>Coenagrion lindenii</i>	-	+
<i>Coenagrion puella</i>	-	+
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	-	+
<i>Lestes virens</i>	-	+
<i>Sympecma fusca</i>	+	-
<i>Lestes barbarus</i>	-	+
<i>Anax imperator</i>	-	+
<i>Aeshna mixta</i>	-	+
<i>Aeshna cyanea</i>	-	+
<i>Aeshna isosceles</i>	-	+
<i>Boyeria irene</i>	-	+
<i>Crocothemis erythraea</i>	-	+
<i>Orthetrum trinacria</i>	-	+
<i>Trithemis kirbyi</i>	-	+
<i>Sympetrum sanguineum</i>	-	+
<i>Sympetrum meridionale</i>	-	+
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	-	+
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	+

Par rapport au totale des espèces recensées, les 19 espèces (*Platycnemis pennipes*, *Platycnemis subdilatae*, *Coenagrion lindenii*, *Coenagrion puella*, *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Lestes virens*, *Lestes barbarus*, *Anax imperator*, *Aeshna mixta*, *Aeshna cyanea*, *Aeshna isosceles*, *Boyeria irene*, *Crocothemis erythraea*, *Orthetrum trinacria*, *Trithemis kirbyi*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum fonscolombii* et *Onychogomphus forcipatus*) sont des espèces estivales (apparaissent durant l'été).

Sympecma fusca est une espèce printanière, capturée durant la période (Mars, Avril, Mai) et *Ischura graellsii* est une espèce omniprésente capturée durant les deux saisons printemps et été.

L'objectif de la présente d'étude est une contribution à la connaissance et l'enrichissement de la diversité odonatologique de la Kabylie.

L'étude est réalisée dans la station d'Ait Aissi (forêt de Béni Ghobri) durant six (6) mois de prospection (Mars – Août 2023).

Au terme de ce travail consacré à l'étude des odonates, un total de 157 individus répartis en 21 espèces appartenant au deux sous ordre (Anisoptères, Zygoptères) et six (6) familles (Gomphidae, Libellulidae, Aeshnidae, Calopterygidae, Coenagrionidae et Lestidae) sont recensées. Ce territoire renferme 32% de l'odonatofaune Algériennes. Si aucune de ces espèces n'est nouvelle pour l'Algérie une d'entre elle l'est pour la région de Kabylie en se référant au travail de Ait taleb, 2022, il s'agit de *Trithemis kirbyi*.

Les résultats relatifs de cette étude montrent que dans les 5 biotopes d'étude, les Anisoptères dominant en nombre d'espèces, mais les Zygoptères en particulier les *Calopteryx haemorrhoidalis* dominant en nombre d'individu de toutes les espèces, et la famille des Libellulidae reste la plus dominante avec 24%. La richesse spécifique et l'abondance des espèces sont nettement importantes dans la station d'assif n'athali (P3).

Durant cette étude, nous avons révélés que les cinq (5) stations renferment un peuplement odonatologique plus stable et plus équilibré. Nous avons aussi confirmé l'autochtonie de certaines espèces avec la présence de larve d'exuvie sur les milieux.

Les résultats obtenus, ne donnent pas une image assez adéquate de la faune odonatologique réelle de ces sites vu les changements climatiques et de la sécheresse précoce des stations étudiés.

En perspective, il serait souhaitable d'élargir ce travail accomplis par :

- Intensifier les efforts de prospection et d'étude en dehors de la saison printanière et estivale notamment, fin été et début d'automne.
- Etude écologique approfondis des espèces endémiques et vulnérables.
- Etablir un programme de gestion, de préservation ainsi la conservation de ces biotopes.

(A)

Abdesselam M., 1995. Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Comté : 233p

Ait Taleb 2022. Caractérisation de la communautéodonatofaune le long d'un gradientaltitudinal dans la région de Kabylie. Thèse de Doctorat d'3ème cycle. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou

Ait Taleb L, Zebba R, Khelifa R. (2022). Discovery of *Pyrrhosoma* cf. *nymphula* (Odonata: Coenagrionidae) in Algeria. *Notulaeodonatologicae*, 9(9) : 455-460.

Attab. S., 2017. Étude comparative des odonates au niveau de la réserve de chasse de Zéralda. Mémoire master. Univ-Blida. 46-49p.

(B)

Benhassaine.M, 1980. *"recherches sur les modelés du relief et les formations superficielles dans la vallée de l'Oued Sebauo (grande Kabylie, Algérie) "*. Thèse de 3ème cycle, Université Paris I – Panthéon- Sorbonne, 196 P.

Berquier C., 2015. Etude écologique et patrimoniale du peuplement des odonates de corse appliquée à la conservation des espèces et des zones humides à enjeux. Thèse de doctorant Université de corse_PASCAL PAOLI.205p.

Blondel J., 1975. Les écosystèmes de Camargue. *Courrier de la Nature*. 35: 43-56.

BNEDER, 2008. *"etude d'inventaire forestier national : Rapport sur la caractérisation des formations forestières algériennes"*. Tizi-Ouzou, 20.P

Bouziane. A., 2018. Contribution à la connaissance et a la mise à jour des odonates des cours d'eaux de la région d'el-kala:bioécologie des populations bioindicatrices de pollution cas de l'oued bouarroug. (Thèse de Doctorat).Université Annaba.

(C)

Clausnitzer V., Kalkman V.J., Ram M., Collen B., Baillie J.E.M., Bedjani M., Darwall W.R.T., Dijkstra K.D., Dow R., Hawking J., Karube H., Malikova E., Paulson D., Schütte K., Suhling F., Villanueva R., Von Ellenrieder N. & Wilson K., 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation*, 142 (8): 1864-1869.

Corbet, P.S., 2004. Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata, revised edition. Cornell University Press. Ithaca, NY.

Corbet, P.S., 2004. Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata, revised edition. Cornell University Press. Ithaca, NY.

(D)

D'Aguilar J., Dommanget J.L. &Prechac R., 1985. Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Les Guides du Naturaliste. Ed. Delachaux et Niestlé, 341 p.

Dajoz R. (1974). Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris. 434 p

Dajoz R., 1982 – Précis d'écologie. Ed. Gauthier – Villars, Paris, 503p.

DAJOZ R., 2000 – Précis d'écologie 7e Edition. Dunod ; Paris, 615 p.

Derridj A., 1990. Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteur es- sciences. Paul Sabatier, Toulous : 288p.

Dommanget, J. L.1999. La conservation des couleurs et la préparation des libellules

Dudgeon D, ArthingtonAH,GessnerMO,Kawabata ZI, KnowlerDJ, Lévêque C,

Naiman RJ, Prieur-Richard AH, Soto D, Stiassny CA, Sullivan CA, 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *BiologicalReviews*, 81 (2): 163-182.

(E)

EMBERGER L., 1971. Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie. Paris : 250p.

(F)

Faurie C., Ferra C. &Medori P., 1980. Ecologie. Edition. Baillière. Paris : 168p.

(G)

Ganoun N. et Oumokrane M., 1997. Contribution à l'étude comparative des différentes formations pédologiques du massif de Béni Ghobri. Dynamique de quelques constituants. M2MOIRE ing.agro.

Univ. M. Mammeri, Tizi-Ouzou, 71 p.

Guyot G., 1999. Climatologie de l'environnement. 2e Edition Dunod, Paris, 525p.in a dragonfly assemblage in African desert ponds (Odonata). *Hydrobiologia* 528: 75-85.

(J)

Jourde P., 2010. Les odonates biologique et écologique (2ème partie), revue insectes 158(2) :3-8 ,31-35p.

(L)

Lebrasseur J., (2013). Note d'aide à la mise en place d'inventaires et de suivis odonates. Rapport GRECIA dans le cadre de la déclinaison régionale du Plan national d'actions en faveur des Odonates. 19

Lounaci A., 2005. Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 3-46 p.

(M)

Mahfouf.N, khetabi Z., 2021.Révision sur les sous ordres des odonate (Anisoptères ;Zygoptères) dans sept régions de l'Algérie (Béjaia, Seybous,Zéralda,Biskra, Touggourt, Chouttmalghir et Oum-el bouaghui.Mémoire de fin d'étude.Université de Oum-El Bouaghi.Faculté des science de la nature et de la vie.49p.

Medde.(2015).Plan nationale d'action en faveur des zones humides. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du Développement durable.

Messaoudène. M, Tafer. M., Loukkas. A., Marchal. R, 2008. "propriétés physiques du bois de chêne zeen de la forêt des Ait Ghobri (Algérie)" *Bois et Forêts des Tropiques*, 298, 37p

Messaoudene. M.,Tafer M., Loukkas A., MarchalR., 2008. Propriétés physiques du bois du chêne zéen de la forêt des Ait Ghobri (Algérie). *Rev. Bois et Forêt des tropiques*. 4eme trimestre, p 298.Méto. A., 1975. Dictionnaire forestier multilingue. Association Française des eaux et des forêts.

Merlet F et Itrac-Bruneau R., 2016. Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates. Guide technique. Office pour les insectes et leur environnement et Société française d'Odonatologie. 90-96 p.

(N)

Nasirian, H., & Irvine, K. N. (2017).Odonata larvae as a bioindicator of metal contamination in aquatic environments: application to ecologically important wetlands in Iran. *Environmental monitoring and assessment*, 189, 436. doi: 10.1007/s10661-017-6145-6.

(O)

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

(R)

Riservato, E., Boudot, J.P., Ferreira, S., Jovic, M., Kalkman, V.J., Schneider, W., Samraoui, B., Cuttelod, A., 2009. The status and distribution of dragonflies of the Mediterranean Basin. IUCN. Gland, Switzer land and Malaga, Spain.

Ramade F. (1984).Elements d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris. 379 p.

Ramade, F., 1994.Eléments d'écologie fondamentale. 2eme édition Paris, 579 p.

Ramade F., 2003. Elément d'écologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris. 689.

(S)

Samraoui B. &Corbet P.S., 2000 b. The odonata of Numidia, northeastern Algeria. Part II. Seasonal ecology. *International Journal of Odonatology*, 3 (1) : 27-39.

Samways M.J., 1998. Insect population changes and conservation in the disturbed land- scapes of Mediterranean-type ecosystems. In *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-Type Ecosystems*, ed. PWRundel, G Montenegro, FM Jaksic, pp. 313-331. Berlin: Springer.

Silsby J., 2011. Dragonflies of the World. Natural History Museum/CSIRO Publishing London, 216 p.

Seltzer p., 1946 – Climat de l'Algérie. Ed. Inst. Météo. Phys., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.

Subramanian, K. A., 2005. Dragonflies and Damselflies of Peninsular India: A Field Guide. Bangalore, India: Project Life cape, Indian Academy of Science.

Subramanian K.A. (2009). A Checklist of Odonata of India. Zoological Survey of India. 36 p.

(T)

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. 2010. Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris: CNRS éditions.) p244

Tillyard, R. J. 1928. Some remarks on the Devonian fossil insects from the Rhyniechert beds, Old Red Sandstone. *Transactions of the Entomological Society of London*, 76: 65-71.

Toubal-boumaza, O., 1986. « Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orientale) ".Cartographie à 1 / 25 000. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Grenoble, Université des sciences et technologie méditerranéenne.

(U)

Uéda T. (1989). Sexual maturation, body colour changes and increase of body weight in a summer diapause population of the damselfly *Lestes sponsa* (Hansemann) (Zygoptera: Lestidae). *Odonatologica* 18: 75-87.

(W)

Wolfgang, D., & Werner, R. 2009. Guide des insectes. La description, l'habitat, les moeurs. Delachaux et Niestlé SA, Paris.

Annexe 1 : Chronologie des sorties effectuée

Sortie N°	La date
01	15 mars 2023
02	31 mars 2023
03	12 avril 2023
04	28 avril 2023
05	21 mai 2023
06	26 mai 2023
07	06 juin 2023
08	23 juin 2023
09	03 juillet 2023
10	19 juillet 2023
11	01 aout 2023
12	20 aout 2023

Annexe 2 : Paramètre abiotique des stations d'étude.

Station	RC1	RC2	P1	P2	P3
Altitude	416 m	324 m	284 m	218 m	191 m
T °moy	18.45	18.4	16.15	19.4	20.1
Ph moy	7.43	7.95	7.22	7.51	7.12
Vitesse du courant moy	-	-	22.25	23.6	24.7

Résumé

Cette étude consiste à déterminer la composition et la structure de la faune odonatologique des zones humides des deux écosystèmes lotiques et lentiques dans la forêt de Béni Ghobri (la région d'Ait Aissi).

Les investigations ont été menées sur terrain du mois de Mars au mois d'Août 2023 soient 6 mois d'échantillonnage à raison de deux sorties par mois comportant la collecte des trois stades de développement des odonates (Larves, exuvies et adultes).

Les résultats obtenus ont permis de collecter un nombre de 157 individus capturés, appartenant à 21 espèces d'odonates repartis en deux sous-ordres dont 12 espèces d'Anisoptères et 09 espèces des Zygoptères. Les Anisoptères dominent en nombre d'individus et d'espèces où la famille des Libellulidae est la plus représentée avec 5 espèces, soit plus de 24 % de l'ensemble des odonates recensées.

L'analyse globale de notre faune odonatologique révèle la présence de l'espèce *Trithemis kirbyi* (Selys, 1891) qui est un premier recensement dans la région de Tizi Ouzou en référence au travail de Aitaleb, (2022) et qui rehausse le nombre à 42 espèces.

Nous révélant aussi le recensement d'espèces endémiques du Maghreb (*Platycnemis subdilatae*, *Calopteryx haemorroidalis*). Le travail nous renseigne sur la présence d'espèces classées vulnérables dans la liste rouge de l'UICN (*Aeshna isoceles* et *Sympetrum sanguineum*) ce qui nous incite à les protéger et sauvegarder leurs milieux de vie.

Mots clés : Odonate, Zygoptères, Anisoptère, forêt de Béni Ghobri, écosystème lotique, écosystème lentique.

Abstrat

This study consists of determining the composition and structure of the odonatological fauna of the wetlands of the two lotic and lentic ecosystems in the Béni Ghobri forest (Ait Aissi region).

The investigations were carried out in the field from March to August 2023, in 6 months of sampling at a rate of two outings per month, involving the collection of the three developmental stages of odonates (larvae, exuviae and adults).

The results obtained enabled a total of 157 individuals to be captured, belonging to 21 species of Odonata divided into two suborders, including 12 species of Anisoptera and 09 species of Zygoptera. The Anisoptera dominate in terms of numbers of individuals and species, with the Libellulida family being the most represented with 5 species, or more than 24% of all the odonates recorded.

The overall analysis of our odonatological fauna reveals the presence of the species *Trithemis kirbyi* (Selys, 1891) which is a first census in the region of Tizi Ouzou with reference to the work of Aitaleb, (2022) and which raises the number to 42 species.

It also revealed the census of species endemic to the Maghreb (*Platycnemis subdilatae*, *Calopteryx haemorroidalis*). The work provides us with information on the presence of species classified as vulnerable in the IUCN red list (*Aeshna isoceles* and *Sympetrum sanguineum*), which requires us to protect them and safeguard their living environments.

Key words: Odonata, Zygoptera, Anisoptera, Béni Ghobri forest, lotic ecosystem, lentic ecosystem.