

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie
Laboratoire de Production, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, Influence
des variations climatiques.



Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle

En Sciences Biologiques

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Animale

Présentée par :

Mme Ait Taleb Lamia

Caractérisation de la communauté odonatofaune le long d'un gradient altitudinal dans la région de Kabylie

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Lieu d'Exercice	Qualité
BOUKHEMZA-ZEMMOURI Nabila	Professeur	UMMTO	Présidente
HOUHAMDI Moussa	Professeur	U.Guelma	Rapporteur
SADOUDI-ALI AHMED Djamilia	Professeur	UMMTO	Co-Rapporteur
MOHAMED SAHNOUN-Aouaouèche	MCA	UMMTO	Examinatrice
ATOUSSE Sadek	MCA	U. Guelma	Examineur
BARA Mouslim	MCA	U. Guelma	Examineur

Remerciements

Je remercie avant tout le bon Dieu le tout puissant, qui m'a donné la force, le courage et la persévérance afin de finaliser ce travail.

Mes remerciements les plus cordiaux vont à Mme Boukhemza Zemmouri Nabila, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'elle me fait de présider le jury.

Mes remerciements les plus délivrés vont aussi à Mme Mohamed Sahnoune Aouaoueche, maître de conférence A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour sa contribution à l'examen de ce manuscrit.

Ma reconnaissance et mes remerciements vont à Mr Atoussi Sadek, maître de conférence A à l'université de Guelma, pour le temps accordé à l'évaluation de cette thèse et d'avoir accepté d'être membre de jury.

Mes remerciements s'adressent également à Mr Bara Muslim, maître de conférence A à l'université de Guelma, pour l'intérêt manifesté à l'expertise de cette thèse et d'avoir accepté d'être membre de jury.

Mes gratitude et vifs remerciements vont en particulier à mon directeur de thèse, Monsieur Houhamdi Moussa, professeur à l'université 8 Mai 1945 de Guelma, de m'avoir guidé et soutenu durant ce travail, pour sa rigueur scientifique, sa gentillesse et surtout de m'avoir mis en contact avec son équipe spécialiste d'odontologie du laboratoire Eau et environnement de Guelma avec ceux j'ai beaucoup appris et évoluer, merci encore professeur.

Mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance vont droit à ma co-directrice de thèse, madame Ali Ahmed Sadoudi Djamila, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, qui m'a accueilli dans son laboratoire, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir accepté de rediriger ce travail, sa confiance, son soutien, ses conseils et orientations.

Mes remerciements s'adressent également à Mr Lounaci Abdelkader, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou de m'avoir autorisé à continuer à travailler sur cette thématique malgré son désistement de la co-direction, je sais qu'elle vous tient énormément à cœur et vous êtes le porteur du projet et l'initiateur de cette recherche, merci pour cette opportunité.

Je ne peux oublier l'incalculable aide précieuse de M Houali, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, qui a mis à ma disposition sans protocole un multiparamètre de terrain

depuis maintenant presque 3 ans, trouvez ici monsieur mes remerciements les plus attribués et mon respect le plus dévoué.

Cette belle découverte en odonatologie je la dois en partie à Mme Metna Fatiha Maître de conférence A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, ma promotrice du Master, qui ma conseiller de choisir ce thème dont je ne regrette absolument rien malgré les différents obstacles, blocages et problèmes rencontrés durant ce doctorat, une belle expédition, je vous remercie sincèrement pour votre encouragement et votre contribution.

J'adresse aussi mes remerciements à M kelouche Abdellah, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou de m'avoir autorisé l'accée à son laboratoire et l'utilisation de la loupe à appareil photos.

Mes remerciements les plus particuliers et ma reconnaissance la plus profonde sont également adressés à M Bensidhoum Messaoud, maître assistant B à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, qui ma beaucoup aider surtout à prospecter le terrain, sans lui j'aurai peut- être pas pu faire et decouvrir des sites magistueux de la Kabylie.

Mes remerciements les plus précieux sont également adressés à M Zabsa Rabah, Maître de Conférence A à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, pour sa patience, son aide à comprendre le protocole et la méthode de travail sur terrain, Combien de questions j'ai dû vous poser ? Combien de séances de travaux on a dû faire ensembles ? Merci et respect.

Par la même occasion, je voudrais remercier également M Khelifa Rassim, post-doctorant au Centre de recherche sur la biodiversité de l'université de la Colombie-Britannique, Canada, qui à collaborer avec moi et qui répondais à chaque email et à chaque question, corriger, orienter malgré son temps serré.

Je remercie aussi M Chelli Abdelmadjid, Maître de Conférence A à l'université Abderrahmane Mira, Béjaia qui m'a apporté son aide inestimable lors de l'identification et la confirmation des espèces.

Je voudrai remecier aussi Mr Rabhi Khellaf, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour son aide précieuse en statistique, Merci encore pour votre patience, modestie et vos encouragements.

Par la même occasion, je voudrais remercier Mme Ali Ahmed Samira et Mme Ali Ahmed chafika pour leurs aides en m'expliquant à plusieurs reprises l'importance des tests statistiques à choisir.

J'adresse mes remerciements les plus attribués à Mme Kitous Benoufella, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour ses précieux conseils et orientations durant la production des résultats, ça ma beaucoup servi, je vous remercie sincèrement.

A la même occasion, j'adresse mes remerciements les plus sincères à M Mouder Mohamed pour son aide en Anglais lors de la rédaction de mes articles.

Je voudrai remercier aussi M Metahri Mohand Said doyen de la faculté qui ma aussi prêter l'oxymètre pour confirmation des résultats.

Je suis extrêmement reconnaissante à Mr Geert De Knijf, Chercheur principal à l'Institut de recherche sur la nature et la forêt, Belgique d'avoir confirmé l'identification de la nouvelle espèce d'Algérie.

J'adresse aussi un grand merci à M Jean-Pierre Boudot, chercheur en entomologie et conservation de la nature de France, pour sa disponibilité malgré ses innombrables occupations, d'avoir répondu à chaque mail envoyé, pour toute la documentation fournis et aides précieuse en identification.

Je remercie infiniment aussi M Meurgey François Entomologiste, chargé de collections, mission Biodiversité Muséum d'Histoire Naturelle, Nante, pour son acceptation à collaborer avec nous.

Je tiens à remercier chaleureusement le directeur du Parc National de Djurdjura d'avoir signer l'autorisation d'accée et mes gratitudes vont droit à tout les agents du parc national de Djurdjura qui m'ont tous accompagner sur terrian chacun dans son secteur (Mr Mahri, Mr Ben Alaoua, Mr Amirouche, M Toumi, Ahcen, Mohamed, etc et avec ceux j'ai beaucoup appri et apprécier leurs compagnies constructives.

A la même occasion, je tiens du fond du cœur à remercier M Ait Abed Mohamed, naturaliste pour l'honneur qu'il ma fait de m'accompagner dans son village natal Ait Ouabane, et l'identification des espèces végétales.

Je tiens aussi à remercier Mr Hamidi Koussaila, pour son weekend consacré à m'accompagner sur les hauteurs de Tirourda et me faire découvrir les étangs magistueux en plein cœur des forêts.

Je ne peux oublier de remercier, Mme Abrous H., ingénieur au laboratoire PSEMRVC, pour son soutien moral, ses conseils et sa bonne foie, humeur au quotidien.

Je voudrais adresser ma reconnaissance la plus profonde à mes amis, Dr Oulraf Lynda, Dr Ramdini Ramdane et Dr Ait Amar Samia pour l'aide apporté durant la réalisation de ce manuscrit

et pour leurs accompagnements sur terrain, encourager et supporter. Je vous suis tous reconnaissante pour le soutien précieux.

J'adresse aussi mes remerciements à Mme Chibane Gouraya, Mme Kanane Mélissa, M Sadou Sid ali et M Lamine Smail de m'avoir tous accompagner sur terrain et répondu présent au moment où j'avais besoin de compagnie.

Mes remerciements les plus profonds vont à tous mes ami (e) s doctorants, les journées été agréables avec vos compagnies, chacun avec son experience, ses difficultés, ses crises, j'ai tellement apprécié le travail et je régalais du fond du cœur, avec cette phrase, « tu veux faire tout ! ».

Je ne peux cloturer mes remerciements sans réserver quelques lignes à tout les membres de ma famille.

Je tiens en premier lieu à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance la plus dévoué à l'être le plus chère dans ma vie mon mari, Djennadi Bilal, qui n'a épargné aucun effort afin de mener à bien cette étude, qui a su m'encourager au moment où j'allais abandonner, aider et supporter pendant mes périodes de stress réptés tout au long de ce travail.

Je tiens aussi à remercier infiniment ma belle sœur du Canada Djennadi Dahbia qui na hésité à m'envoyer deux principales choses dont j'avais besoin pour mener à bien ce travail, le multiparamètre de terrain et le guide d'identification.

Par la même occasion j'adresse ma reconnaissance à ma belle sœur Djennadi Fatma, qui m'a beaucoup aidé, surtout à me fournir l'éthanol et les flacons du CHU durant la période où je n'avais même pas de laboratoire.

Merci à mon frère Ait Taleb Tahar, qui m'a beaucoup aidé dans le travail de terrain, accompagné à maintes fois pour ne pas dire toujours en parcourant les oueds, les étangs, les mares et les affluents du bassin versant de la Kabylie, et d'être resté présents et disponible jusqu'à la fin.

Merci aussi à mon oncle Ait Meziane Amer, qui a accepté avec plaisir à m'accompagner sur terrain et apprécier mon travail de capture.

Je sais que vous n'allez pas lire ce document mais sans votre aide à l'occupation et à la garde de mes filles j'aurais peut-être pas pu bouger et me permettre de rester sur terrain jusqu'aux heures les plus tardives, je te le dis aujourd'hui un merci du fond du cœur pour toi la nourrice de mes filles Mme Amelal Ouerdia.

A ma belle mère et ma tante, vous aussi vous avez participé d'une manière ou d'une autre à la finalisation de cette thèse, trouvez ici mes sincères gratitude et remerciements.

Le travail de terrain n'aurait jamais eu lieu sans l'aide et l'accompagnement de plusieurs personnes, qu'ils trouvent ici mes remerciements les plus dévoués.

A tous ceux ayant contribué de près ou de loin, par leurs encouragements, et conseils à l'accomplissement de ce travail, trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Enfin, pour tous les gens qui se sont pris la tête, je m'enveux tellement, je m'excuse en conséquent ; je n'avais pas tros la tête qu'a ma thèse, vouloir terminer à temps ma épargné de beaucoup de visites et d'appels.

Malgré vos dures questions : Quand est ce tu vas soutenir, tu as fini ou pas encore ? ».

Je vous l'annonce enfin, j'ai fini aujourd'hui !

A vous tous

Lamia

Dédicaces

*Je dédie ce travail aux deux personnes les plus chères que
j'aurai souhaiter qu'elles soient présentes aujourd'hui avec moi
pour partager ce rêve d'enfance, j'espère que vous êtes fières
d'où vous êtes*

*Mon cher papa, ma référence, pati sans avoir vu le fruit de tant
de sacrifices,*

Décédé le 08 Août 2020,

Ma chère mamam, mon ange gardien, parti à fleur d'âge,

Décédée le 09 Août 1993.

*Reposez en paix,
Que le paradis soit votre demeure éternelle, !!!
Amiiiiine*

*A mes deux amours qui m'inspire force, volonté et enthousiasme
pour leurs offrir un meilleur exemple et un meilleur avenir, mes
deux princesses
Ayline et Anélia.*

Résumé

La faune odonatologique de l'Afrique du Nord est bien connue notamment dans les régions maghrébines (Algérie, Tunisie et Maroc) grâce à de nombreux travaux. Les évaluations globales et régionales actuellement faites par l'union internationale pour la conservation de la nature sur le statut de conservation des espèces, nécessitent d'avoir des données actualisées et complètes, du fait de l'intensification des activités anthropiques, de la dégradation de l'habitat et du réchauffement climatique, d'intégrer les informations sur la biodiversité considérée comme facteur pertinent dans la gestion des écosystèmes.

L'odonatofaune du Nord central du pays reste peu documentée. Notre travail consiste une étude pionnière dans la région de Kabylie, tient donc à faire un premier constat sur la diversité odonatologique dans la région inexploitée auparavant. Des investigations ont été entreprises durant la période 2019-2022 couvrant ainsi un large panel de stations (entre 0 et 1700 m d'altitude) réparties sur deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Afin d'évaluer le facteur pertinent qui affecte cette diversité, des paramètres biotiques et abiotiques sont étudiés et un suivi annuel a été effectué pour comprendre la dynamique de cette population. Un échantillonnage par mois a été donc effectué, en utilisant la méthode du filet entomologique pour les adultes et troubleau pour les larves sur des transect de 100 m au minimum.

Les résultats obtenus nous ont permis de dresser une première liste de 41 espèces d'odonates réparties différemment sur les deux écosystèmes lotiques et lentiques. Les données ont révélé des différences majeures dans l'intensité d'influence des paramètres biotiques et abiotiques.

Le suivi est porté sur 16 stations et nous a permis de recenser une première signalisation d'une espèce nouvelle pour l'Algérie et de nombreuses autres espèces classés quasi menacées et vulnérable dans la liste rouge de l'UICN, ainsi d'autres endémiques du Maghreb.

Les résultats de l'analyse, montrent des différences significatives dans la composition des communautés d'odonates entre les stations et entre les écosystèmes qui ont tendance à diminuer au fur et à mesure que l'altitude augmente.

Mots clés : Odonates, Anisoptères, Zygoptères, biologie, phénologie, biogéographie, écologie, zone humide lotique, zone humide lentique, Djurdjura, Kabylie, Algérie.

Abstract

The odonatological fauna of North Africa is well known, especially in the Maghreb regions (Algeria, Tunisia and Morocco). The global and regional assessments currently made by the IUCN on the conservation status of species require updated and complete data, due to the intensification of anthropic activities, habitat degradation and global warming, to integrate information on biodiversity considered as a relevant factor in the management of ecosystems.

The odonatofauna of the north central part of the country remains little or not known. Our work is a pioneering study in the region of Kabylia, is therefore to make a first finding on the odonatological diversity in the region unexploited before. Investigations were undertaken during the period 2019-2022 covering a wide range of stations (between 0 and 1700 m altitude) distributed on two lotic and lentic ecosystems.

In order to evaluate the relevant factor affecting this diversity, biotic and abiotic parameters are studied and an annual monitoring was carried out to understand the dynamics of this population. One sampling per month was therefore carried out, using the method of entomological net for adults and haze for larvae on transects of 100 m minimum.

The results obtained allowed us to draw up a first list of 41 species of Odonate distributed differently on the two lotic and lentic ecosystems. The data revealed major differences in the intensity of influence of biotic and abiotic parameters.

The study carried on 16 stations, has allowed us to identify a first signal of a new species for Algeria and many other species classified near threatened and vulnerable in the red list of the IUCN, as well as other endemic of the Maghreb.

The results of the analysis show significant differences in the composition of Odonate communities between stations and between ecosystems that tend to decrease as the altitude increases.

Key words: Odonata, Anisoptera, Zygoptera, biology, phenology, biogeography, ecology, lotic watland, lentic watland, Kabylia, Djurdjura, Algeria.

المخلص

تعتبر اليعسوبيات في شمال إفريقيا حشرات معروفة جيداً، خاصة في مناطق المغرب العربي (الجزائر وتونس والمغرب) بفضل العديد من الدراسات. تتطلب التقييمات العالمية والإقليمية المتوفرة لدى الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة تحييناً بشأن حالة وحفظ الأنواع وضع بيانات محدثة وكاملة، بسبب كثافة الأنشطة البشرية، وتدهور الموائل والاحترار العالمي، لدمج المعلومات المتعلقة بالتنوع البيولوجي الذي يعتبر عاملاً ذا صلة في إدارة النظم البيئية.

لا تزال اليعسوبيات في شمال وسط البلاد غير موثقة جيداً. وعملنا هذا عبارة عن دراسة رائدة في منطقة القبائل، لذلك نريد أن نجري ملاحظة أولى على التنوع عند اليعسوبيات في المنطقة غير المستغلة سابقاً. تم إجراء التحقيقات خلال الفترة 2019-2022، بتغطية مساحة واسعة من المحطات (بين 0 و1700 متر ارتفاع) موزعة على نظامين بينيين أحدهما جاري والآخر راكد. من أجل تقييم العامل الذي يؤثر على هذا التنوع، تمت دراسة المؤشرات الحيوية وغير الحيوية وإجراء مراقبة سنوية لفهم ديناميكية هذه المجموعة السكانية. لذلك تم أخذ عينة واحدة شهرياً باستخدام طريقة الشبكة الحشرية للبالغين واستخدام حوض صغير للبرقات في قطاعات لا تقل عن 100 متر.

سمحت لنا النتائج التي تم الحصول عليها بوضع قائمة أولى من 41 نوعاً من اليعسوبيات موزعة على النظامين البيئيين الجاري والراكد، وكشفت البيانات عن اختلافات كبيرة في شدة تأثيرات العوامل الحيوية وغير الحيوية. غطت الدراسة 16 محطة وسمحت لنا بتحديد أول تقرير عن نوع جديد للجزائر والعديد من الأنواع الأخرى المصنفة شبه مهددة (En) وغير حصييين القائمة (VU) الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، بالإضافة إلى أنواع أخرى متوطنة في المغرب العربي.

أظهرت نتائج التحليل فروق ذات دلالة في تكوين مجتمعات اليعسوبيات بين مختلف المحطات وبين النظم البيئية، حيث تميل للانخفاض مع زيادة الارتفاع.

الكلمات المفتاحية: اليعسوبيات، البيئة، التوزيع، منطقة رطبة جارية، منطقة رطبة راكدة، جرجرة، القبائل، الجزائر.

Liste des figures

Figure 1. Fossile de Meganeuridae.....	4
Figure 2. Anisoptère adulte	6
Figure 3. Zygoptères.....	7
Figure 4. Epiophlebia superstes (Longchamp,1889)	7
Figure 5. Morphologie générale des odonates.....	8
Figure 6. Les appendices anaux chez les odonates adultes	9
Figure 7. Morphologie générale des ailes d'odonates	10
Figure 8. Pièces buccales des larves d'odonates	10
Figure 9. Extrémités abdominales chez les larves de Zygoptères et d'Anisoptères	12
Figure 10. Cycle de développement des odonates.....	13
Figure 11. Principales menaces auxquelles sont exposées, à l'heure actuelle, les libellules du bassin méditerranéen	16
Figure12. Diversité des libellules par région biogéographique (Kalkman, 2008)	20
Figure 13. Origine biogéographique des odonates présents en Afrique au nord du 17e parallèle	23
Figure 14. Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste rouge (UICN, 2008)	24
Figure15. Réseau hydrographique de la Kabylie et Stations de prélèvements.....	29
Figure 16. Les grandes unités morfo structurales de la grande Kabylie.....	30
Figure 17. Températures annuelles moyennes sur l'ensemble de la région de Kabylie.....	35
Figure 18. Précipitations annuelles dans la région de Kabylie.....	36
Figure 19. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'étude sur 10 ans (2011-2021)	40
Figure 20. Position de la Kabylie dans le climagramme d'Emberger (2011 - 2021).....	41
Figure21. Libellule adulte	44
Figure 22. Les différents comportements des libellules observé sur terrain (Emergence, Pente, accouplement)	45
Figure 23. Exuvie d'un Sympetrum	46
Figure 24. Larve d'Ashnidae.....	47
Figure 25. Assif Djemaa.....	49
Figure 26. Assif el Hammam	50
Figure 27. Station Ait Alaoua.....	51

Figure 28. Station Djemaa en hiver et en été	51
Figure 29. Assif Ath Aga	52
Figure 30. Assif Tamdha	53
Figure 31. Station de Tamda ousserghi	53
Figure 32. Station de Tirourda	54
Figure 33. Station de Thala oulili	55
Figure 34. Les différents types d'eaux stagnantes étudiés	56
Figure 35. Station de Tikdjda	57
Figure 36. Rang abondance des espèces recensées dans la région durant la période d'étude.	70
Figure 37. Fréquence d'occurrence des espèces recensées durant la période d'étude	72
Figure 38. Courbe de Rang abondance en log des espèces recensées dans les deux écosystème	76
Figure 39. Fréquence d'occurrence du cortège odonatologique des deux écosystèmes ...	78
Figure 40. Ordination des assemblages d'odonates par échelle multidimensionnelle non métrique (NMDS).....	78
Figure 41. Courbes d'accumulation des espèces avec les tests non paramétriques	79
Figure 42. <i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Van Der Linden, 1825)	82
Figure 43. <i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	82
Figure 44. <i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	83
Figure 45. <i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	84
Figure 46. <i>Platycnemis subdilatata</i> (Sélys, 1849)	84
Figure 47. <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	85
Figure 48. <i>Erythromma lindenii</i> (Sélys, 1840)	85
Figure 49. <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	86
Figure 50. <i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	86
Figure 51. <i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789)	87
Figure 52. <i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	88
Figure 53. <i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	88
Figure 54. <i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	89
Figure 55. <i>Coenagrion caerulescens</i> (Boyer de Fonscolombe, 1838)	89
Figure 56. <i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	90
Figure 57. <i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	91
Figure 58. <i>Aeshna affinis</i> (Vander Linden, 1820)	91

Figure 59. <i>Aeshna isoceles</i> (O. F. Müller, 1767)	92
Figure 60. <i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)	92
Figure 61. <i>Aeshna cyanea</i> (O.F. Müller, 1764)	93
Figure 62. <i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	93
Figure 63. <i>Boyeria irene</i> (Boyer de Fonscolombe, 1838)	94
Figure 64. <i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linden, 1820)	95
Figure 65. <i>Onychogomphus uncatus</i> (Charpentier, 1840)	95
Figure 66. <i>Onychogomphus costae</i> (Selys, 1885)	96
Figure 67. <i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1849)	96
Figure 68. <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	97
Figure 69. <i>Diplacodes lefebvrei</i> (Rambur, 1842)	97
Figure 70. <i>Brachythemis impartita</i> (Karsch, 1890)	98
Figure 71. <i>Orthetum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	98
Figure 72. <i>Orthetrum trinacria</i> (Selys, 1841)	99
Figure 73. <i>Orthetrum nitidinerve</i> (Selys, 1841)	99
Figure 74. <i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)	100
Figure 75. <i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)	100
Figure 76. <i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840)	101
Figure 77. <i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	102
Figure 78. <i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)	102
Figure 79. <i>Sympetrum sanguineum</i> (O. F. Müller, 1764)	103
Figure 80. <i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1807)	103
Figure 81. <i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	105
Figure 82. <i>Onychogomphus costae</i> (Selys, 1885)	106
Figure 83. <i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	106
Figure 84. Abondance et richesse stationnaires	109
Figure 85. Moyenne des indices écologiques des différentes stations d'eau lentique	112
Figure 86. Moyenne des indices écologiques des différentes stations d'eau lotique.....	116
Figure 87. Dendrogramme des espèces de l'écosystème lentique	117
Figure 88. Dendrogramme des stations de l'écosystème lentique	118
Figure 89. Dendrogramme des stations de l'écosystème lotique	119
Figure 90. Dendrogramme des espèces de l'écosystème lotique	119
Figure 91. AFC indiquant l'organisation des espèces en fonction des stations d'études...	120
Figure 92. AFC indiquant l'organisation des espèces en fonction des stations d'étude ...	121

Figure 93. Evolution mensuelle du pH de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lentique (suivi 2021/2022)	123
Figure 94. Evolution mensuelle du pH de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lotique (suivi 2021/2022)	123
Figure 95. Evolution mensuelle de la température de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lentique (suivi 2021/2022)	124
Figure 96. Evolution mensuelle de la température de l'eau in situ dans les différentes stations d'étude de l'écosystème lotique (suivi 2021/2022)	124
Figure 97. Effet d'altitude sur l'abondance (N)	128
Figure 98. Effet de l'altitude sur la richesse	128
Figure 99. Box plots des variations de l'abondance et de la richesse selon le type d'écosystème et la nature des habitats	129

Liste des tableaux

Tableau 1. Différences morphologiques de larve des Anisoptères et Zygoptères	11
Tableau 2. Répartition par pays des 92 espèces d’odonates en Afrique au nord du 17e parallèle	22
Tableau 3. Températures moyennes mensuelles maximales et minimales exprimées en degrés Celsius dans la région de Kabylie (2011-2021)	34
Tableau 4. Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) dans la région de Kabylie de (2011-2021).....	36
Tableau 5. Moyennes mensuelles de la vitesse du vent des trois années d’études	37
Tableau 6. Humidité relative de la région de Tizi-Ouzou.....	38
Tableau 7. Paramètres environnementales des sites d’étude	48
Tableau 8. Caractéristiques des différents sites d’eaux stagnantes.....	59
Tableau 9. Liste globale des espèces d’odonates inventoriées durant les trois années d’étude (2019, 2020 et 2021) dans les deux écosystèmes lotiques et lenticues dans la région de Kabylie (Tizi-Ouzou).....	68
Tableau 10. Constance (C) en pourcentage des espèces recensées durant la période de suivis	71
Tableau 11. Liste des espèces d’odonates inventoriées sur les trois années dans les deux écosystèmes lotiques et lenticues dans la région de Kabylie	72
Tableau 12. Liste d’espèces inventoriées avec leur présences absence dans les deux écosystèmes lotique et lenticue	75
Tableau 13. Fréquence d’occurrence des espèces des deux écosystèmes lotiques et lenticues	77
Tableau14. Estimation de la richesse	79
Tableau 15. Périodes de vol des odonates adultes de la région de Kabylie (Période d’étude)	80
Tableau 16. Abondance relative et catégorie des espèces des différents sites de l’écosystème lotique.....	107
Tableau 17. Abondance relative et catégorie des espèces des différents sites de l’écosystème lenticue	108
Tableau 18. Constance (C) en pourcentage des espèces des différentes stations de l’écosystème lotique.....	109

Tableau 19. Constance (C) en pourcentage des espèces dans les différentes stations de l'écosystème lentique	110
Tableau 20. L'indice de Sorensen entre les stations d'étude	111
Tableau 21. Paramètres environnementales des différentes stations d'étude	118
Tableau 22. Corrélation entre les différents paramètres	121
Tableau 23. Répartition altitudinal des espèces recensées	122
Tableau 24. Modèle linéaire générale de la richesse /couvet végétal	126
Tableau 25. Modèle linéaire général de l'abondance/ Couvert végétal	126
Tableau 26. Modèle linéaire général de l'abondance /eaux stagnante	127
Tableau 27. Modèle linéaire général de richesse/ eaux stagnante.....	127

Liste des abréviations

Acce : Accessoire

Acci : Accidentelle

AFC : Analyse factorielle des correspondances

Box plot : Boîtes à moustache

CAH : Classification ascendante hiérarchique.

Cat : Catégorie

Const : Constante

Eco.lent : Ecosystème lentique

Eco.lot : Ecosystème lotique

EN : En danger

Fig : Figure

GLM : Modèle linéaire générale

LC : Préoccupation mineur

N : Abondance

NMDS : Analyse non métrique multidimensionnelle

NT : Quasi menacée

S : Richesse

Tab : Tableau

Type C : Eaux courante

Type S : Eaux stagnante

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

VU : Vulnérable

Sommaires

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
.....	4
1) Histoire évolutive des odonates	4
2) Généralités	5
2.1. Etymologie.....	5
2.2. Position systématique	5
2.3. Différences entre les deux sous ordres.....	6
3) Biologie des odonates.....	7
3.1. Morphologie générale.....	8
3.2. Dissimilitudes larvaires entre les deux sous ordres	11
3.3. Cycle de développement.....	12
4) Ecologie des odonates	14
4.1. Habitat.....	14
4.2. Comportement	14
5) Menaces et facteurs limitants	16
5.1. Menaces d'origine naturelle	16
5.2. Activités anthropiques	18
6) Importance et rôle des odonates.....	18
6.1. Intérêt patrimonial	18
6.3. Lutte biologique	19
6.4. Bio indication	19
6.5. Dans l'écosystème urbain.....	19
6.6. Dans la conservation	19
7) Biogéographie des espèces	20
8) Concept de conservation	24
Chapitre II : Région d'étude	
1. Contexte géographique	26
2. Caractéristiques biotiques et abiotiques.....	26
2.1. Facteurs abiotiques.....	26
2.2. Facteurs biotiques.....	30
2. Climatologie	33
3.1. Température	33

3.2. Précipitations	35
---------------------------	----

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Démarche générale	42
2. Protocole d'inventaire	42
2.1. Stratégies d'échantillonnage	42
2.2. Méthodologie adoptée	43
3. Caractéristiques environnementales des sites de prélèvement	48
4. Description des sites d'étude	48
4.1. Versant Nord	48
4.2. Versant sud	57
5. Traitement et analyse de données	57
5.1. Caractérisation de la communauté	58
5.2. Organisation et structure de la population	59
5.3. Exploitation des résultats par les analyses statistiques	61
5.4. Classification ascendante et hiérarchique (CAH)	62
5.6. Modèle linéaire généralisé (GLM)	63
5.7. Modèles non linéaires	64
5.8. Analyse non métrique multidimensionnelle (NMDS)	64

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats	68
1. Diversité odonotologique globale	68
1.1. Rang abondance globale des espèces recensées	69
1.2. Fréquence d'occurrence des espèces recensées	70
1.3. Diversité annuelle	72
1.4. Diversité écosystémique	74
1.5. Rang abondance des espèces recensées dans les deux écosystèmes	76
1.6. Constance des espèces recensées dans les deux écosystèmes	76
1.7. Analyse comparative entre les deux écosystèmes	78
2. Estimation de la richesse	79
3. Bio - écologie du peuplement odonotologique	80
3.1. Dynamique temporelle des espèces (phénologie)	80
3.2. Description générales, statut, phénologie et biogéographie des taxa collectés	81
3.3. Commentaires sur certaines espèces régionales préoccupantes	104
3.4. Biogéographie des taxa collectés	107
4. Caractérisation de la communauté odonotofaune	108

4.1.	Composition de la communauté	108
4.2.	Structure de la communauté odonatofaune	114
4.3.	Affinité des espèces	116
4.4.	Analyse factorielle des correspondances	120
5.	Caractérisation environnementale	121
5.1.	Variation temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau (in situ).	122
5.2.	Corrélation entre les variables	125
5.3.	Distribution altitudinal des espèces recensées.....	125
5.4.	Effet de l'altitude sur la distribution	127
5.5.	Analyse descriptive du cortège odonatologique.....	129
5.6.	Effet du couvert végétal sur la distribution.....	130
II.	Discussion.....	132

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Le Nord de l'Algérie est situé dans le hot spot du bassin méditerranéen, caractérisé par une large gamme de variabilité des conditions environnementales, y compris les inondations et les sécheresses (Pires *et al.*, 1999). Il est l'une des trente-quatre zones mondiales présentant une biodiversité élevée et des niveaux de menace élevés (Myers *et al.*, 2000). Les écosystèmes aquatiques continentaux abritent une diversité de macro-invertébré riche et complexe (Lounaci, 2005) dont les odonates qui constituent un maillant écologique très important de par leurs positions dans la chaîne trophique et leurs rôles dans la surveillance des écosystèmes aquatiques.

Les écosystèmes aquatiques continentaux comme les lacs, les rivières, les ruisseaux et les marais, jouent un rôle primordial dans les processus vitaux. Ils entretiennent les cycles hydrologiques, abritent une biodiversité faunistique et floristique riche et complexe dont environ 6 à 8 % des espèces décrites aujourd'hui (Dudgeon *et al.*, 2006). Ils seraient ainsi dix fois plus riche en moyenne que le reste des écosystèmes présents sur terre (Samways, 2008). Parmi les nombreux groupes taxonomiques abrités, les odonates mieux connus sous le nom de libellules, figurent parmi les espèces les plus menacées et celles concernées par la conservation. De par leur rôle écologique fondamental, les libellules sont connues pour leur sensibilité vis-à-vis des changements de leurs habitats, considérés comme maillon environnemental essentiel au bon fonctionnement des zones humides. Elles représentent donc un groupe pertinent pour évaluer la santé des habitats aquatiques et leur biodiversité (Ferrerias *et al.*, 2009). Se sont ainsi de bon bio-indicateur du milieu.

Pour la mise en œuvre des plans de conservation des libellules, il est important de recourir à l'étude de l'écologie, la biologie et les traits d'histoires de vie de chacune des espèces.

Les odonates sont un groupe d'insectes charismatiques, volants, très anciens, ayant une large distribution dans le monde, présentes sur tous les continents à l'exception de l'antarctique (Corbet, 1999). Certaines d'entre elles se spécialisent dans différents types d'eau lotique (courante), des ruisseaux aux grandes rivières, tandis que d'autres utilisent des plans d'eau lentiques (stagnants), notamment des lacs, des étangs et des réservoirs, ainsi que des plans d'eau temporaires (Corbet, 1999). Il existe aujourd'hui 6307 espèces d'odonates dans le monde (Schorr et Paulson, 2020), dont 63 citées en Algérie (Samraoui et Menai, 1999), bien entendu susceptible d'être modifié au gré des nouvelles découvertes (Ait Taleb *et al.*, 2022), privilégié pour l'étude, la gestion et la conservation des zones humides.

Ces dernières décennies, les odonates ont bénéficié d'un suivi régulier et beaucoup de travaux ont été entrepris dans plusieurs régions algériennes (Menai, 1993 ; Samraoui et Menai, 1999 ; Samraoui et Corbet, 2000 ; Khelifa *et al.*, 2011 ; 2013 ; 2016 ; 2017, à l'est d'Algérie (Numidie) Benchalel et Samraoui, 2012 ; Bouchelouche *et al.*, 2015 ; Hamzaoui *et al.*, 2015 ; Hafiane *et al.*, 2016 dans l'oued isser; Zebsa *et al.*, 2015 ; Yalles et Samraoui, 2017 à Annaba; Khelifa et Zebsa, 2018 dans la seybousse , Chelli *et al.*, 2019 en Kabylie de la Soumam (Béjaia) ; Bouhala *et al.*, 2019 ; Guebailia *et al.*, 2016 ; Mellal *et al.*, 2018, Amari *et al.*, 2019 et Korichi *et al.*, 2021 au sahara du nord algérien).

De par sa situation géographique et les multiples influences climatiques auxquelles elle est soumise, et sa richesse faunistique et floristique, la Kabylie du Djurdjura constitue une région d'un intérêt très important pour les écologistes, notamment les entomologistes. Il est donc primordial de souligner que la faune odonatologique ait été jusqu'à présent pas étudiée, et les quelques données existantes remonte à 1925 (Samraoui et Menai, 1999).

Aujourd'hui, les menaces sont continuellement importantes, la pollution et la dégradation des habitats sont les principaux facteurs (Dudgeon *et al.*, 2006 ; Garcia *et al.*, 2010). Dans le bassin Méditerranéen, 20% des espèces sont menacées d'extinction et environ 2,5% sont actuellement éteintes à l'échelle régionale (Riservato *et al.*, 2009). La proportion d'espèces menacées en Afrique du Nord est plus élevée (31,6 % selon Samraoui *et al.*, 2010) que les 10% d'espèces évaluées à ce jour dans le monde (Clausnitzer *et al.*, 2009).

L'ordre des odonates est actuellement l'un des groupes d'insectes le plus étudié et le plus connu en raison du nombre relativement faible d'espèces et de l'identification relativement facile au niveau des espèces. Malgré cela, les connaissances sur ce groupe restent inexistantes ou incomplètes dans plusieurs régions d'Algérie.

L'altitude joue un rôle crucial dans la modification de la composition et de la diversité des communautés écologiques car les conditions environnementales changent souvent de manière abrupte entre les basses et les hautes altitudes (Hodkinson, 2005). Étant donné que les communautés diffèrent selon les types d'habitat, il est fondamental de comprendre comment l'altitude affecte les différents types d'habitat en écologie et en conservation.

Ainsi, la situation actuelle de l'odonatofaune d'Algérie est précaire et fragilisée par les différentes activités anthropiques (Khelifa *et al.*, 2021a ; 2021b), donc, afin d'adopter des mesures de conservation adéquates, il est important d'actualiser les données relatives à la distribution et à l'écologie des espèces.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude, le premier travail consiste donc la réalisation d'un inventaire dans la région de Kabylie, un site inexploité auparavant, sur deux écosystèmes lotiques et lentique, afin de lever le voile sur la diversité odonatologique de la région, et fournir la première liste odonatologique, d'étudier ensuite la composition et la structure de cet assemblage d'odonate.

Le premier volet de ce travail consiste des généralités exposant d'une part, une synthèse bibliographique présentant les caractéristiques et les traits d'histoire de vie des odonates (description morphologique, position systématique, écologie, ponte des œufs, reproduction et diversité...etc.) et d'autre part relate des données sur le réseaux hydrographique de la Kabylie et ces principaux écosystèmes lotiques et lenticues, et principalement des cours d'eau et des petites chaabates de la région, soit leurs singularités, situation géographique, climatologie et cadre biotique (faune et flore).

Le second volet décrit les techniques et la méthodologie suivies pendant l'élaboration et la réalisation de ce travail sur terrain (choix des stations d'étude, échantillonnage, dénombrements, phénologie, structure et modalités de distribution et d'occupation spatio-temporelle de ce peuplement dans ces hydro systèmes). Une approche écologique relatant les fréquences et les comparaisons entre espèces et entre sites (abondance et structure de la végétation, niveau d'eau ...) est effectuée.

Enfin, une conclusion qui tentera de dégager l'intérêt et l'apport que représentent nos analyses et des perspectives pour les travaux à venir.

Synthèse bibliographique

1) Histoire évolutive des odonates

L'origine des odonates remonte au carbonifère, il y a 320 millions d'années, regroupant divers ordres fossiles ainsi que les odonates modernes qui constituent un ordre monophylétique (Grand, 2010). Les fossiles des odonates appartiennent au groupe Protodonata avec une envergure de plus de 70 cm, cet ancêtre gigantesque porte le nom de *Meganeura monyi* (Fig.1) (Beckemeyer *et al.*, 2007). Actuellement, *Anax imperator* constitue l'une des plus grandes libellules avec une envergure de 10 cm. Si les libellules que l'on trouve aujourd'hui sont bien plus petites que leurs ancêtres, c'est que leurs écosystèmes ont beaucoup évolué. C'est au Permien, il y a plus de 110 millions d'années, qu'apparaissent, dans des régions froides du Gondwana, les formes les plus proches des libellules actuelles, les Permodonates. Ce dernier regroupe trois grands groupes : les Permanisoptères, les Protozygoptères et les Protanisoptères. Ils disparaissent au Trias, il y a entre 70 et 65 millions d'années. Il y a 60 millions d'années, se différencient trois grands groupes d'odonates, issus respectivement des trois grands groupes de Permodonates : les Anisoptères, les Zygoptères et les Anisozygoptères. Ce dernier est représenté, aujourd'hui, que par deux espèces appartenant à la même famille au Japon et dans l'Himalaya. D'un point de vue phylogénétique, les Zygoptères sont plus primitifs que les Anisoptères (Tachet *et al.*, 2000). Près de 60 nouvelles espèces ont été identifiées pour l'Afrique, à cet effet, la diversité odonatologique reste toujours à explorer (Dijkstra *et al.*, 2015).



Figure 1. Fossile de Meganeuridae (Source : Muséum des Sciences Naturelles de Bruxelles)

2) Généralités

L'ordre des odonates (libellules et demoiselles) fait partie des groupes d'insectes ailés les plus ancestraux, subit des changements morphologiques drastiques lors de la métamorphose, et donc important pour comprendre les aspects evo-devo des insectes (Okude, 2021).

Avec 6307 espèces existantes, les libellules sont relativement un petit ordre d'insecte (Kalkman, 2008). Leurs tailles, leurs couleurs et leurs comportements diurnes et souvent visibles, ces caractéristiques font d'eux un groupe populaire pour les professionnels et les amateurs entomologistes (Kalkman, 2008).

2.1. Etymologie

C'est en 1758 que Linné (créateur de la systématique moderne) consacre ce joli nom « libellules » à ces insectes, ce terme est le plus répandu dans le langage courant. Toutefois, les entomologistes préfèrent celui d'odonates qui signifient mâchoires dentées qui est une particularité anatomique induite par la forme des mandibules des adultes ; que Fabricus créa en 1793 (Aguilar et Dommanget, 1998 ; Satha, 2008). Réaumur en 1742 utilise le vocable de « demoiselles ». Dans le dictionnaire de la langue française, *Libellula* dérive du latin « libella », qui signifie niveau, par allusion au vol plané horizontal de ces insectes. Alors que « libellule », dérivé des mots latins « libellule » et « libellus », signifiant « petit livre », rappelle la position des ailes tenues fermés comme les pages d'un livre (Boudot et *al.*, 2009).

2.2. Position systématique

L'Europe est le berceau de la systématique des libellules. Linnaeus en 1758 a nommé les premières espèces, Charpentier (1840) a fourni la première synthèse continentale d'une faune d'odonate, et Selys, avec ses innombrables contributions, a jeté les bases mêmes de l'odonatologie (Dijkstra et Kalkman, 2012).

Les odonates ou odonoptères forment un ordre d'insectes très diversifié (Corbet et Brooks, 2008). Ils appartiennent à l'embranchement des arthropodes, classe des insectes et sous-classe des Pterygota, ou « insectes ailés ».

Le tableau détaillé de toutes les familles existantes dans le monde est rapporté dans l'annexe 1.

Selon Linné, 1758, la classification systématique des odonates est :

Règne	Animalia
Phylum	Arthropoda
Sous-phylum	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Palaeoptera
Ordre	Odonata
Sous-ordre	Zygoptera
Sous-ordre	Anisoptera
Sous-ordre	Anisozygoptera

2.3. Différences entre les deux sous ordres

2.3.1. Anisoptères

Ce sont des espèces à corps trapus et très robustes avec un vol puissant et soutenu (Fig.2). Les ailes postérieures et antérieures sont dissemblables, écartés au repos. Les yeux se rejoignent et se touchent dans le plan médiodorsal à l'exception des Gomphidae qui ont les yeux séparés (Aguilar et dommanget, 1985).

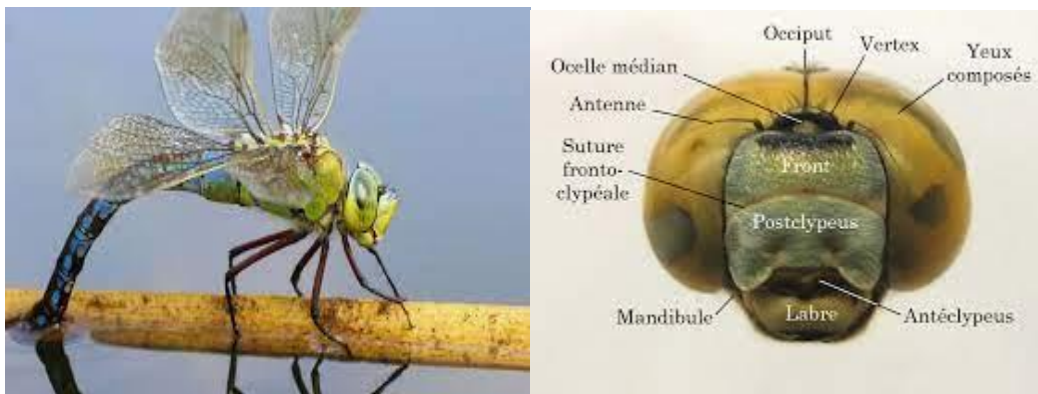


Figure 2. Anisoptère adulte.

(Source : Société française d'odonatologie (SFO, 2007))

2.3.2. Zygoptères

Ce sont des espèces grêles et fragiles, avec un vol peu soutenu, se sont tous des percheurs. Les ailes postérieures et antérieures sont identiques, souvent jointes au repos ou légèrement écartés du corps, à l'exception des Lestidae. Les yeux sont nettement séparés dans le plan médian (Fig.3) (Aguilar et dommanget, 1985).

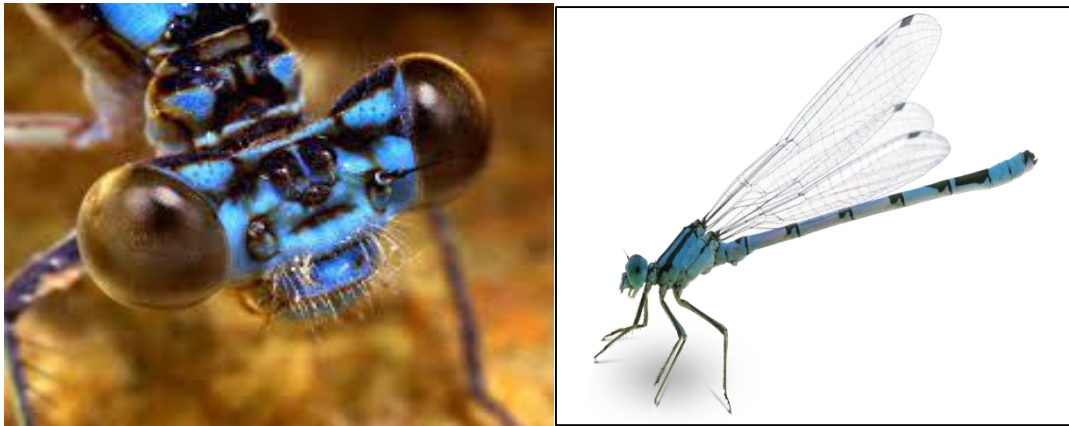


Figure 3. Zygoptères adulte.
(Source : Société française d'odonatologie (SFO,2007))

2.3.3. Anisozygoptères

Ce sont des espèces intermédiaires, ne comprennent que deux espèces asiatiques, pouvant vivre à plus de 3000 mètres d'altitude. Ce sont les plus anciennes apparues sur terre et toujours présentes. Dotées d'yeux et d'ailes proches des Zygoptères, le reste de leur corps est semblable à celui des Anisoptères (Fig. 4) (Aguess,1961).



Figure 4. *Epiophlebia superstes* (Longchamps, 1889)
Source : Hovmoller (2006)

3) Biologie des odonates

La faune odonatologique forme un ensemble assez homogène par rapport à sa morphologie, son cycle de développement, et son écologie. Elle se caractérise par son appartenance à deux modes de vies complètement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où virevoltent les adultes (Jourde, 2010). Ce sont des insectes prédateurs durant tout leur cycle de vie.

Les odonates possèdent un mécanisme unique de transfert de sperme : les spermatozoïdes sont produits dans les testicules situés à la pointe de l'abdomen, mais les organes copulateurs secondaires qui les transfèrent à la femelle se trouvent sur la face ventrale de la base de l'abdomen. Le sperme doit être transféré à l'extérieur de cet organe avant la copulation. Cet organe copulateur est utilisé non seulement pour inséminer, mais aussi pour retirer le sperme du mâle précédent (Kalkman, 2008).

3.1.Morphologie générale

Les libellules se distinguent des autres insectes par leurs caractéristiques morphologiques et structurales (Fig.5), notons l'existence chez le mâle de pièces génitales accessoires tout à fait à l'écart des voies génitales, l'existence chez la larve d'un labium articulé et d'un masque qui recouvre les autres pièces buccales (Testard, 1981).

Chez les odonates, alors que les adultes présentent une diversité impressionnante de couleurs et de motifs corporels, les larves quant à elles présentent une diversité remarquable de formes corporelles, qui reflètent leurs habitats et leurs niches écologiques (Okuden, 2021).

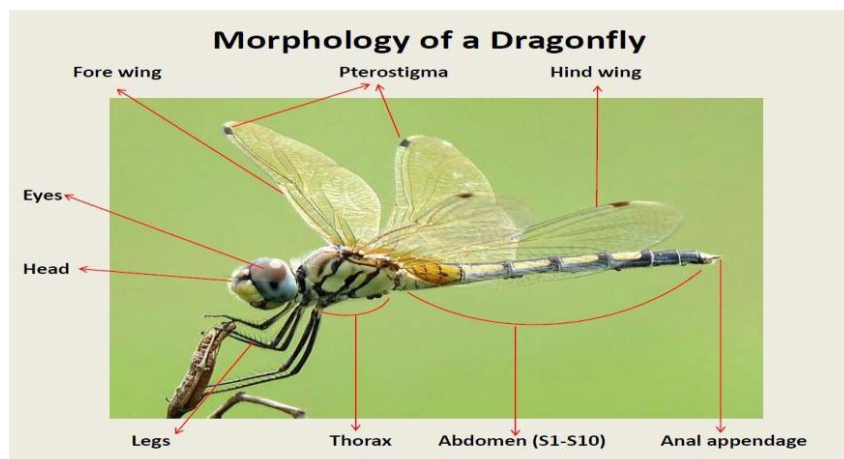


Figure 5. Morphologie générale des odonates

(Source : Société d'étude des odonates)

3.1.1. Adultes

Les adultes sont très actifs, caractérisés par un vol acrobatique, élégants et très appréciés pour leurs couleurs.

Les libellules adultes ont un corps allongé, dotés de deux paires d'ailes membraneuses, généralement transparentes, avec des yeux composés, et volumineuses leur permettant de chasser efficacement leurs proies.

Comme tous les autres insectes adultes, le corps se subdivise en trois parties :

- ✓ La tête qui porte les antennes, les yeux, les pièces buccales et les ocelles disposés en triangle sur le vertex.
- ✓ Le thorax composé de trois segments, porte les pattes (3 paires) et les ailes (2 paires)
- ✓ Et l'abdomen composé de dix segments, se termine par des appendices anaux, c'est à ce niveau que se différencie les deux sexes mâles et femelles (Testard, 1981).

Les appendices anaux se présentent différemment dans les deux sous ordres : les appendices anaux supérieurs sont des cercoïdes dans les deux sous ordres, les appendices anaux inférieurs sont soit pairs chez les Zygoptères, ce sont les cerques, soit formés d'un seul appendice chez les Anisoptères, il s'agit de la lame supra anale (Fig.6).

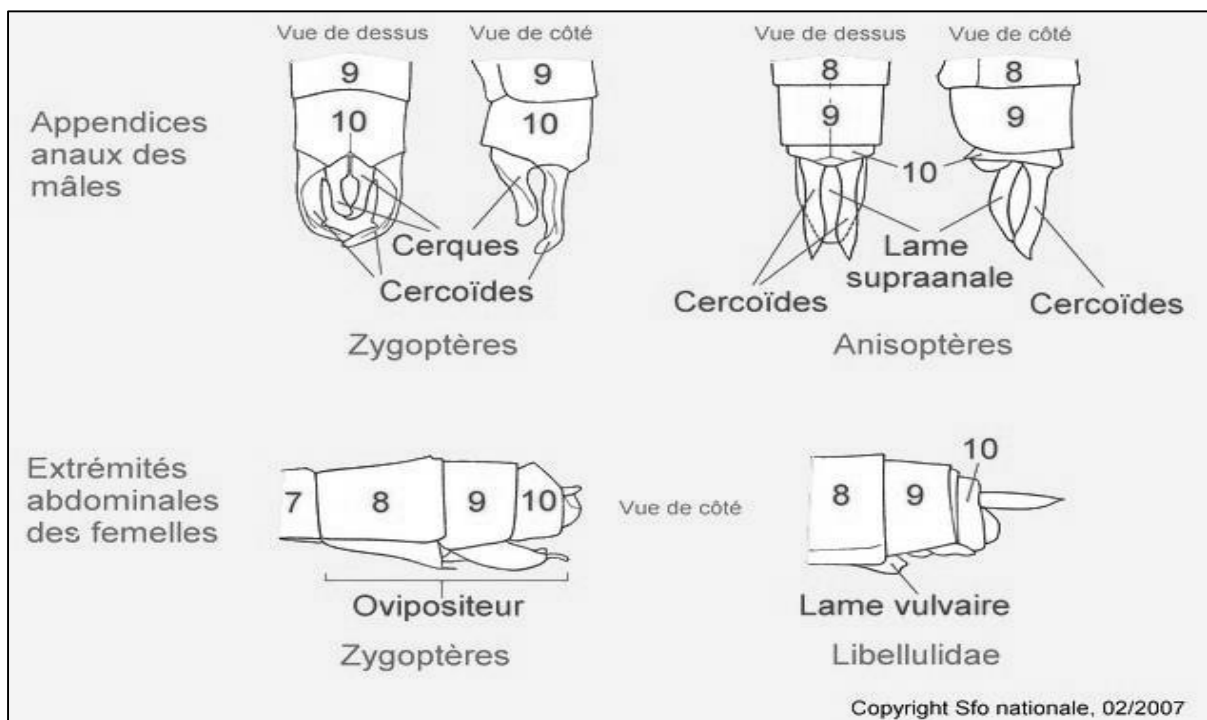


Figure 6. Les appendices anaux chez les donates adultes
(Source : Société française d'odonatologie, 2007)

Le type de nervation alaire, la coloration de l'abdomen, et la forme des pièces copulatrices, sont très importantes, de par leur utilisation dans la détermination des espèces.

La nervation des ailes est très complexe, elle constitue l'un des plus importants critères d'identification des familles, genres et même d'espèces (Aguilar et Dommanget, 1998) (Fig. 7).

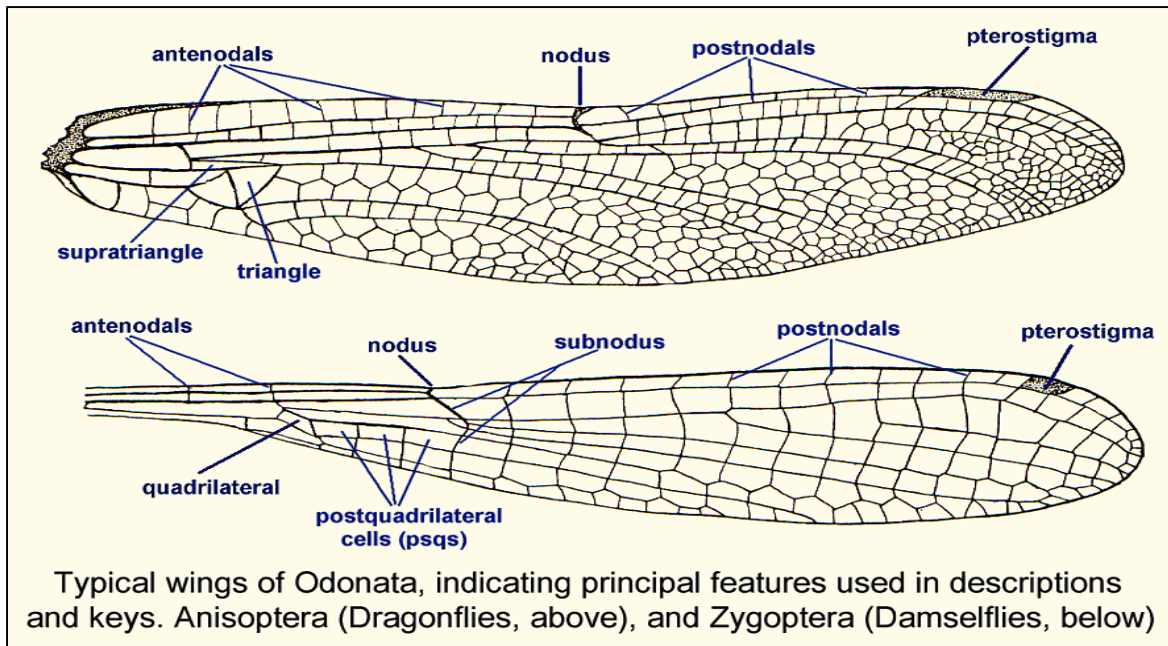


Figure 7. Morphologie générale des ailes d’odonates
 (Source : Société Limousine d'odonatologie, 2007)

3.1.2. Larves

Les larves ont une silhouette ramassée, la tête est aplatie dorso-ventralement, moins développée que celle de l’imago. Les pièces buccales sont du type broyeur. Le labium est constitué de deux segments, le submentum et le mentum terminé par une pince, communément appelé masque (Fig.8) (Aguess,1964)



Figure 8. Pièces buccales des larves d’odonates
 (Source : Société Limousine d'odonatologie, 2007)

3.2. Dissimilitudes larvaires entre les deux sous ordres



La larve des deux sous-ordres d'odonates présente quelques différences morphologiques permettant de les distinguer (Tab.1).

Leurs teintes sont relativement ternes comparées aux adultes qui sont richement colorés dans leur ensemble (Tachet et *al.*, 2000), caractérisé par une coloration cryptique (mimétique) qui est une adaptation à leur régime alimentaire (Corbet, 1999), vivent dans les eaux douces et seules quelques espèces tolèrent les conditions saumâtres, deux d'entre elles vivent même dans des marais salés et des mangroves.

Elles utilisent aussi bien les eaux stagnantes que les eaux courantes. Quelques espèces sont semi-terrestres ou vivent dans l'eau contenue dans les trous d'arbres, les aisselles de feuilles et autres phyto télémates (Dijkstra, 2007). Elles sont caractérisées par une respiration branchiale. Il existe différentes formes (fouisseuses, grimpeurs et rampantes).

Ce sont de redoutable prédateurs pour la faune aquatique ; peuvent atteindre 27mm au dernier stade de développement chez les Zygoptères et jusqu'à 55 mm chez les Anisoptères e (Beat et *al.*, 2013).

Tableau 1. Différences morphologiques de la larve des Anisoptères et Zygoptères

Larve Anisoptère	Larve Zygoptère
<ul style="list-style-type: none"> • Courte et élargie • Présence d'une Pyramide anale • Nage par expulsion du contenu rectal • Masque plat ou concave 	<ul style="list-style-type: none"> • Mince et allongée • L'abdomen se termine par des lamelles caudales. • Nage par ondulation du corps • Masque toujours plat
	

Les appendices anaux sont formés chez les Anisoptères par une pyramide anale, composées de deux appendices supérieurs (les cerques), de deux appendices inférieurs (les Paraproctes) et d'un appendice médian (l'épiprocte).

Chez les Zygoptères, elles sont composées de deux lamelles caudales constituées de deux lamelles latérales (Paraproctes) et une lamelle médiane (épiprocte) (Fig. 9).

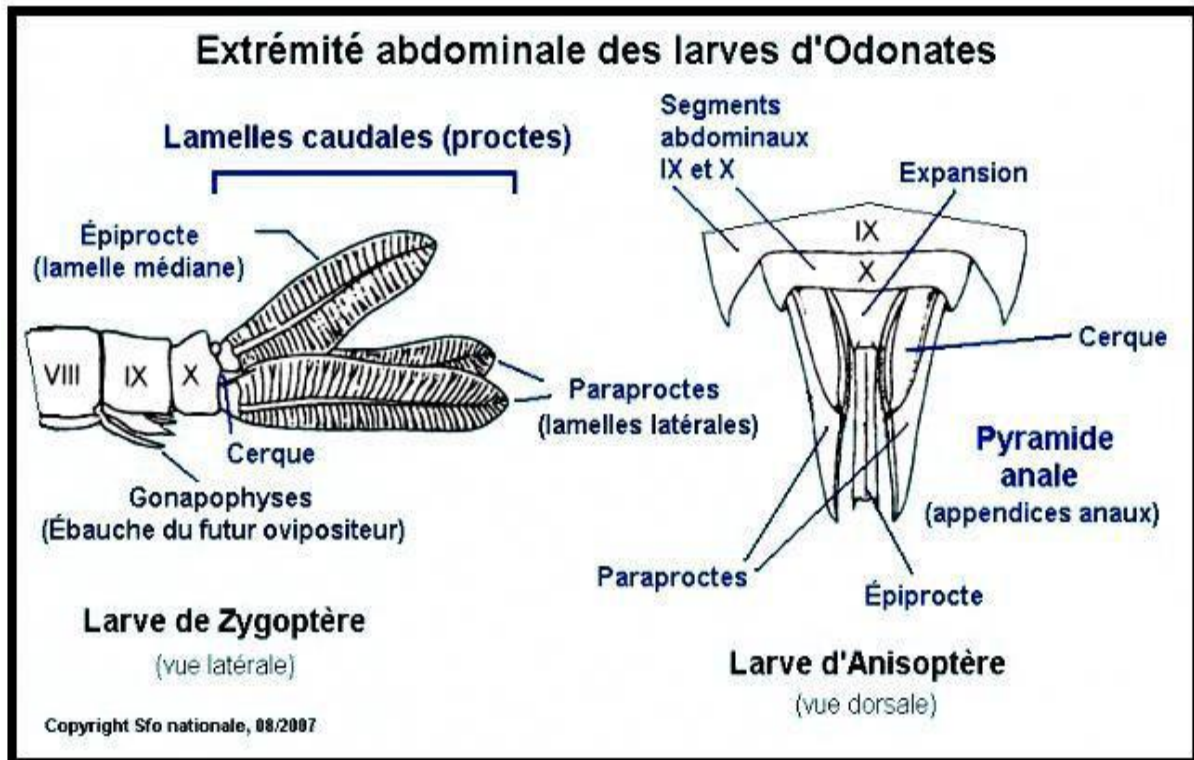


Figure 9. Extrémités abdominales chez les larves de Zygoptères et d'Anisoptères

(Source : SFO nationale, 08/2007)

3.3.Cycle de développement

La génération constitue l'évolution complète depuis l'état œufs jusqu'à l'état adulte. Les odonates sont des espèces holométaboles (Métamorphose complète) passent par 3 stades de développement : œuf - larve aquatique - insecte volant, ou imago (Fig.10). D'une manière générale, après accouplement, la femelle dispose ses œufs (ponte) on les abandonnant dans l'eau (cas des libellulidae) appelés ponte exo-phytique insérant dans les végétaux, c'est la ponte endophyte, ou sur la surface d'une plante (ponte Epiphytique). A cet effet, Les œufs existent sous un large éventail de formes.

Les œufs donnent naissance à une pro larve puis à une larve qui subit diverses mues généralement de 9 à 16 selon les espèces et les conditions écologiques du milieu. Parvenue à un stade de maturation avancé, la larve quitte le milieu aquatique, c'est la phase la plus importante du cycle de vie des odonates, c'est la métamorphose ou phase d'émergence.

Cette dernière est réalisée progressivement et elle dure de 45 minutes à 2 heures environ, auxquelles il faut rajouter une à deux heures de plus pour que le corps et les ailes durcissent en

grimpant sur une plante ou autre support aérien (roche), opère une dernière mue appelée imaginale, donnant naissance à un adulte ailé, immature. A ce stade, les odonates sont immobiles, vulnérable et incapable d'échapper à toute tentative de prédation. Après ce stade d'émergence, l'imago s'éloigne du site pour une période allant de quelques jours à quelques semaines pour une éventuelle maturation sexuelle ; Les mâles retournent dans l'eau pour chercher des femelles ou pour établir des territoires, les femelles ne reviennent souvent que pour s'accoupler et pour pondre (Kalkman, 2007). Les couples se forment et une nouvelle génération commence. La plupart des espèces sont univoltines, toutefois certaines peuvent avoir une deuxième génération quand les conditions environnementales sont favorables. En revanche en zone tropicale, un plus grand nombre d'espèces est multivoltine.

Les espèces ayant un cycle larvaire plus long et couvrant deux ans ou davantage, sont dites semivoltines (une génération tous les deux ans) ou partivoltines (une génération tous les 3 à 6, ans) (Grand et *al.*, 2014).

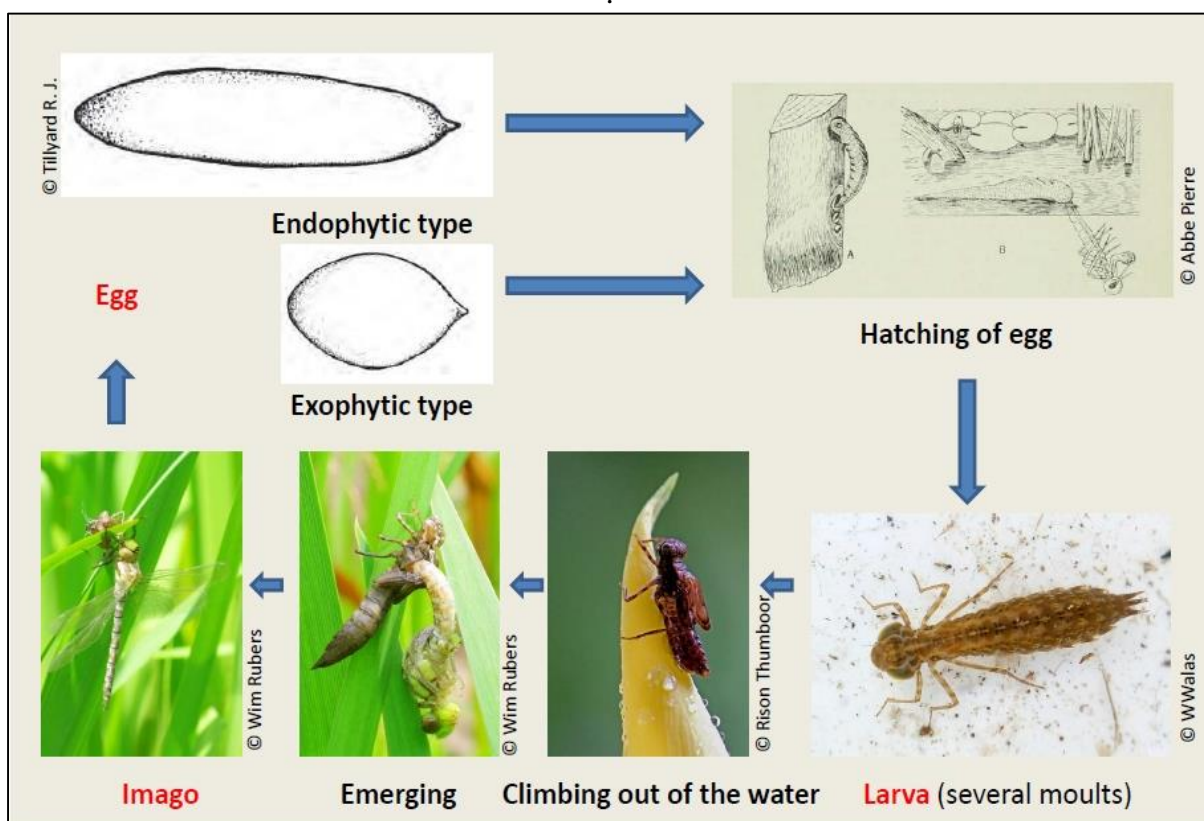


Figure 10. Cycle de développement des odonates

(Source: Société d'études des odonates)

4) Ecologie des odonates

L'écologie des libellules est étroitement liée aux conditions de développement larvaire dans le milieu aquatique. Ce dernier a des caractéristiques assez variées telle la profondeur, la physico chimie de l'eau, le courant, etc ; ce qui engendre l'adaptation écologique et l'inféodation des espèces à ces biotopes. Ce sont des insectes d'origine tropicale relativement intolérante aux basses températures (Samraoui et Corbet, 2000). En effet, l'adulte est actif sur le plan reproductif, les larves dans les premiers stades, et parfois aussi les œuf- aux périodes les plus chaudes de l'année (Corbet, 2006).

4.1. Habitat

Les libellules abritent tous les milieux d'eau douce. Les larves d'odonates s'écartent très peu des eaux douces ; seulement deux espèces présentes en Afrique tropicale sont connues comme pouvant se développer en milieu saumâtre : *Ischnura senegalensis* (Rambur) et *Hemianax ephippiger* (Testar, 1981). De nombreuses espèces ont une faible aire de répartition et sont spécialistes de l'habitat, y compris les habitants des tourbières alpines des tourbières de montagne, des zones d'infiltration dans les forêts tropicales, et des chutes d'eau. (Kalkman, 2007).

Cependant, les eaux dormantes semblent être les eaux les plus propices pour la majorité des espèces. En effet, les étangs et les marais sont les biotopes de prédilection d'un grand nombre de libellules surtout lorsqu' ils sont entourés d'une large ceinture végétale et d'une végétation aquatique (myriophylles). En revanche, les mares peu profondes dominées par les plantes comme la lentille d'eau et bordées d'arbres et d'arbustes comme le saule constituent une faune commune, cosmopolites (D'aguillar, 1985).

Leur sensibilité aux conditions environnementales ont fait d'eux d'excellents indicateurs biologiques des conditions environnementales (Balzan, 2012).

4.2. Comportement

Les libellules fournissent des modèles précieux pour interpréter les interactions comportementales de nombreux autres insectes (Corbet, 2004).

a) Territoriale

Lorsque la ponte ne se fait pas en tandem, le mâle surveille sa femelle et la défend contre les assauts d'autres mâles. Ils occupent souvent un territoire ou un terrain de chasse qu'ils défendent contre leurs congénères et les autres espèces.

Les femelles quant à elles, fréquentent les habitats aquatiques essentiellement pour la reproduction notamment chez les Anisoptères, le reste du temps, elles sont fortes discrètes et se tiennent dans les secteurs ensoleillés et abrités, près de l'eau comme les Zygoptères ou plus ou moins loin de celle-ci pour les Anisoptères.

b) Alimentaire

Les adultes sont des carnivores, chasse en vol, se nourrissent essentiellement d'insectes de petite taille tel que les diptères, en particulier les moustiques et les moucheron qui constituent une composante majeure du régime alimentaire des adultes.

Les Aeshnidaes et les Libellulidaes de grande taille peuvent consommer des Zygoptères. Les espèces crépusculaires quant à elles s'attaquent aux essaims de Culicides (Testar, 1981)

Les larves sont elles aussi carnassières et éventuellement cannibales et bien qu'elles s'adressent à des proies mobiles. Au cours des tout premiers stades, elles consomment essentiellement des proies unicellulaires et des éléments zooplanctoniques de petite taille, puis le spectre alimentaire s'élargit rapidement vers des proies plus grandes et plus diverses. L'essentiel du régime est composé de petits crustacés (cladocères, gammares) et de larves d'insectes, dont les chironomes et les moustiques (Jourde, 2010).

Les odonates se distinguent aussi des autres insectes aquatiques, par leur capacité à exploiter également des habitats terrestres éloignés de leurs sites de naissance (Foster et Soluk, 2006), pour s'attaquer à une grande variété de petits insectes volants et à certains arthropodes non volants comme les pucerons (Baird et May, 1997).

Le comportement de recherche de nourriture des libellules les amène parfois à voler à plusieurs kilomètres du plan d'eau (Hykel et *al.*, 2019).

Par ailleurs, on connaît peu de prédateurs spécifiques d'odonates, à part le guêpier *Merops superciliosus* ; les araignées, les fourmis, et les batraciens.

c) Migratoire (vol)

Chez les odonates, la capacité de dispersion augmente avec la taille de l'espèce. Les plus grandes espèces peuvent se disperser sur de longues distances de l'ordre de plusieurs dizaines ou centaines de kilomètres (Wikelski et *al.*, 2006).

Des migrations ont été décrites chez une cinquantaine d'espèces d'odonates de par le monde. Elles concernent surtout des Anisoptères, dont les ailes postérieures élargies sont mieux

adaptées au vol ; chez les Zygoptères, les déplacements sur de longues distances sont bien souvent passifs, sous forme de propagule aérienne. Les migrations des libellules répondent au besoin de compenser la discontinuité dans le temps (par exemple par assèchement) des habitats larvaires, et de conserver l'accès à un site de reproduction (Breton, 2008).

5) Menaces et facteurs limitants

Des études portées à plus ou moins grandes échelles révèlent une importante diminution des effectifs de certaines espèces de libellules. Les causes sont multiples mais toutes liées à la dégradation des milieux aquatiques desquels elles dépendent (Dommanget, 1981 in Costes et al., 2013).

La destruction et la dégradation de l'habitat, la pollution et la gestion inadéquate des plans d'eau, constituent des menaces importantes pour les libellules du bassin méditerranéen au cours des dernières années (Riservato, 2009) (Fig.11).

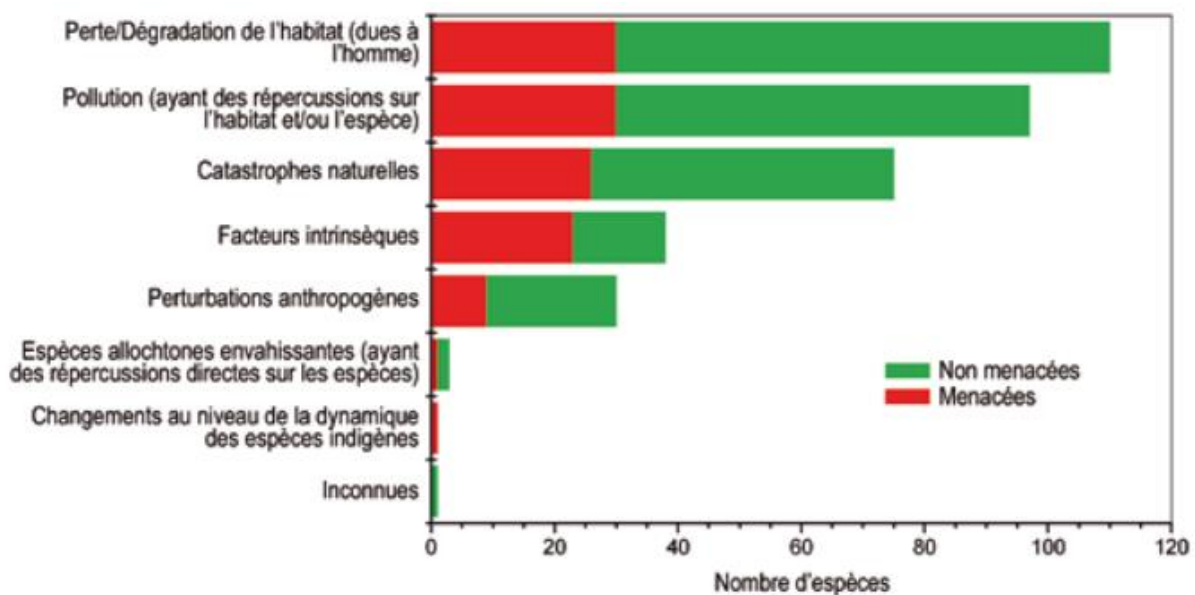


Figure 11. Principales menaces auxquelles sont exposées, à l'heure actuelle, les libellules du bassin méditerranéen (Riservato, 2009)

5.1.Menaces d'origine naturelle

a) Prédateurs

Les libellules sont des prédateurs opportunistes, elles s'attaquent aux ressources les plus abondantes d'un écosystème, tant à l'état larvaire qu'adulte, en contrepartie, bien qu'elles soient de redoutables prédatrices, elles trouvent souvent plus fort qu'elles aussi bien à l'état larvaire qu'au stade adulte, elles ont de nombreux ennemis. La prédation, qu'elle soit le fait de présence

de poissons dans le milieu, d'espèces d'odonates de plus grande taille ou du cannibalisme, peut être responsable de déclin jusqu'à 80 % de la mortalité larvaire (McPeck, 2008). En effet, La présence de poissons peut réduire l'abondance des larves et conduire à l'exclusion de certaines espèces dont les larves grandes et actives sont des proies faciles (Johansson et *al.*, 2006 ; McPeck, 2008).

b) Climat

Les odonates représentent un taxon qui a beaucoup de liens forts avec ce facteur abiotique, en raison de leur histoire évolutive tropicale, et leurs adaptations aux climats tempérés (Hassal, 2008).

Le climat joue un rôle décisif dans la survie des libellules. Ces dernières sont des insectes très actives, volent inlassablement à la poursuite de leurs proies, malheureusement le vent, le froid et les précipitations les paralysent ; elles restent alors cachées sous les feuilles.

Par conséquent, ces paramètres peuvent totalement décimer la cohorte d'une journée (Jourde, 2010). De nombreuses espèces d'odonates évoluent vers un ou plusieurs stades de diapause qui confinent.

En comparaison avec d'autres invertébrés d'eau douce, les odonates ont une longue histoire de recherche qui fournit une base solide pour comprendre les implications du changement climatique (Bush, 2013 in Hassall et Thompson, 2008).

Au cours des dernières années, il est aperçu que le changement climatique devient l'une des principales menaces auxquelles sont confrontées les libellules méditerranéennes. L'accroissement de la demande en eau, ainsi que la baisse des précipitations, auront pour effet le dessèchement des ruisseaux, un habitat dont de nombreuses espèces endémiques sont dépendantes (Riservato, 2009).

Il a été observé que l'augmentation de la température liée au réchauffement climatique s'accompagne en région méditerranéenne d'une diminution des précipitations annuelles, ce qui entraîne la disparition des espèces les plus adaptées au froid (Pauli et *al.*, 2012).

Le changement climatique réorganise la mosaïque de la biodiversité sur notre planète. Ces redistributions d'espèces à grande échelle affecteront la structure des communautés sous de multiples facettes de la biodiversité (diversité taxonomique, phylogénétique et fonctionnelle) (Cancellario et *al.*, 2022).

c) Parasites

Les parasites ont une influence très remarquable sur la survie et la longévité des libellules (Aguilar et *al.*, 2003). Elles souffrent de parasitisme, elles sont hôtes de trématodes (douve de la famille des *Lecithodendriidae*) et sont fréquemment parasités par des Nématodes *Mermithidés*. Certains parasites comme les acariens affectent également le développement des larves mais leur impact sur l'abondance reste peu documenté (Zawal et Buczyński, 2013). Il a également été démontré que les acariens réduisent la fécondité mais ne semblent pas affecter la survie des adultes (Córdoba-Aguilar, 2008).

5.2. Activités anthropiques

En tant qu'insectes d'eau douce, les libellules sont exceptionnellement vulnérables à l'expansion urbaine et agricole, qui entraîne généralement l'assèchement des étangs et marais (Corbet, 1980).

Des menaces très variées peuvent avoir une influence importante sur des peuplements de libellules. Parmi celles-ci, la plus importante semble être représentée par la destruction et la dégradation de leurs habitats aquatiques et terrestres (Kalkman et *al.*, 2008, 2010 ; Boudot et *al.*, 2009).

Il ressort que tous ces facteurs environnementaux constituent un filtre qui sélectionne le pool écologique des libellules.

6) Importance et rôle des odonates

Les odonates présentent un grand intérêt, que ce soit sur le plan écologique ou patrimonial.

6.1. Intérêt patrimonial

Les odonates jouent des rôles non négligeables 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.

6.2. Dans la chaîne trophique

Durant leur vie larvaire, les libellules sont des prédateurs relativement importants qui peuvent avoir un impact considérable sur la structure des communautés des écosystèmes d'eau douce. Ce sont des éléments importants dans les réseaux trophiques aquatiques, en tant que proies mais

aussi et surtout en tant que prédateurs. Ils ont un large éventail d'interactions avec différents organismes dans les écosystèmes aquatiques et terrestres (Knight et *al.*, 2005).

6.3. Lutte biologique

Ce sont des prédateurs opportunistes, de ce fait elles peuvent être utilisées dans la lutte biologique car elle se nourrissent de nombreux insectes nuisibles aux humains et aux animaux domestiques, tels que les moustiques (*Culicidae*), les mouches à chevreuil (*Tabanidae*), les mouches noires (*Simuliidae*) et d'autres diptères (Tenessen, 2009).

6.4. Bio indication

Les odonates constituent des indicateurs précis des conditions écologiques d'un milieu aquatique. En effet, leurs présences nous renseignent sur la richesse faunistique et constituent ainsi de précieux bioindicateurs pour les études de contamination environnementale (Berquier et *al.*, 2016). Les odonates, tant à l'état adulte que larvaire, se sont révélés d'excellents bioindicateurs de la santé et de l'intégrité écologique des eaux douces (Junior et *al.*, 2015). Ils sont aquatiques en tant que larves et terrestres en tant qu'adultes, et peuvent donc être utilisés comme bioindicateurs dans les habitats aquatiques et terrestres (Oertli, 2008).

6.5. Dans l'écosystème urbain

Les libellules et les demoiselles sont des organismes modèles très appropriés pour l'étude des écosystèmes urbains car ils sont sensibles à différents facteurs de stress, tels que les polluants (Ferrerias et *al.*, 2009) et les changements de température (Hassall et Thompson, 2008) et peuvent donc être un outil puissant pour évaluer les conditions générales de l'environnement urbain. (Villalobos et *al.*, 2016).

6.6. Dans la conservation

Les odonates constituent un groupe taxonomique privilégié pour l'étude et la conservation des milieux aquatiques (Dommanget, 1989). Ce taxon constitue l'un des groupes d'insectes les plus connus et étudiés en raison d'un très fort engouement suscité par le grand public. (Costes et *al.*, 2013). 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 (El Haissoufi et *al.*, 2010). Ils constituent un groupe d'insectes original pour aborder la protection des zones humides (Dommanget, 1987) et jouent également un rôle central dans la conservation des habitats d'eau douce (Clausnitzer et *al.*, 2009).

7) Biogéographie des espèces

Les libellules et les demoiselles exercent un fort attrait sur le grand public, et sont devenues de plus en plus populaires auprès des naturalistes amateurs au cours des deux dernières décennies. Cela s'est traduit par une augmentation substantielle de la donnée sur la distribution et un flux constant de publications de listes rouges internationales, nationales et régionales, d'Atlas de distribution (Kalkman, 2018).

Les facteurs influençant la distribution et la diversité des libellules peut être divisés en facteurs historiques (géologique) et facteurs écologiques. Ces deux derniers déterminent la diversité actuelle des espèces (Kalkan, 2007) (Fig.12).

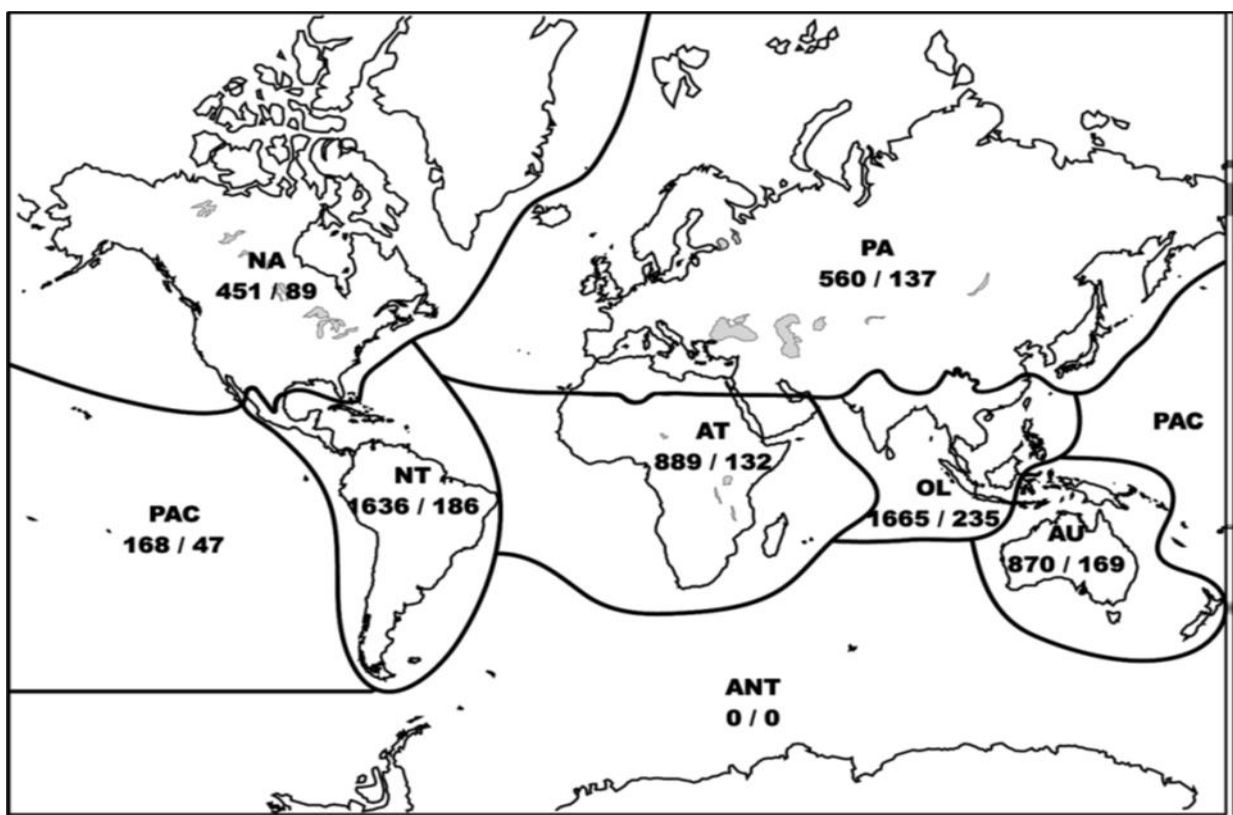


Figure 12. Diversité des libellules par région biogéographique (Kalkman,2008)

(Nombre d'espèces/nombre de genres)

PA—Paléarctique, **NA**—Néarctique, **NT**—Néotropical, **AT**—Afrotropical, **OL**—Oriental, **AU**—Australasien, **PAC**—Océan Pacific Islande, **ANT**—Antarctique.

Plusieurs caractéristiques des espèces qui vivent actuellement dans la zone tempérée Nord suggèrent un maintien d'adaptations à des environnements chauds (Pritchard, 1982).

La migration des libellules vers plusieurs continents est un phénomène bien connu (Russell et *al.*, 1998 ; Corbet, 1999 ; Moskowitz et *al.*, 2001). Au moins 25 à 50 des 5200 espèces de libellules à travers le monde ont été considérées migratrices (Russell et *al.*, 1998).

Ces mouvements pourraient conduire à la « dispersion », qui est le déplacement des individus loin de leur site natal (Ricklefs et Miller, 1999). Plusieurs avantages peuvent être décrits :

- Evitement de la consanguinité,
- Habitat d'une meilleure qualité,
- Faible densité de population,
- Transfert de gènes (flux de gènes) d'une population à l'autre (Broquet et Petit, 2009),
- Elargissement de l'aire de répartition géographique d'une espèce dans une zone donnée (Ward et Mill, 2007 ; Angert et *al.*, 2011).

La faune des odonates du continent africain compte actuellement près de 800 espèces (Dijkstra, 2021). La distribution des différents groupes biogéographiques présents dans le Nord de l'Afrique n'est pas homogène.

En Afrique du Nord, on note une prédominance d'espèces européennes excepté en Égypte, très appauvrie en espèces paléarctiques et où domine une faune afro tropicale. Cette dernière a profité du corridor qu'était le Nil avant sa domestication par l'homme pour atteindre la côte méditerranéenne (Boudot, 2010).

Les pays du Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) étant les plus riches, les régions les plus désertiques les plus pauvres. (Tab.2). Parmi ces 92 espèces répertoriées, on note une nette prédominance de taxons européens, très probablement arrivés dans ces contrées au cours de la dernière période glaciaire (fin du Pléistocène), le sud de l'Europe et les pays du sud de la Méditerranée jouant alors le rôle de zones refuges (Boudot, 2010).

Tableau 2. Répartition par pays des 92 espèces d'odonates en Afrique au nord du 17^e parallèle (Boudot, 2010)

Pays	Nombre d'espèces	%
Algérie	64	70
Maroc	63	68
Tunisie	55	60
Egypte	34	37
Libye	27	29
Soudan	20	22
Mauritanie	15	16
Tchad	12	13
Niger	10	11
Sahara occidentale	2	2
Mali	0	0

S'y ajoutent quelques espèces affines, endémiques, dérivées d'un stock européen mais d'ores et déjà différenciées en bonnes espèces tel que : *Calopteryx exul*, *Lestes numidicus*, *Platycnemis subdilatata*, *Ischnura saharensis* (Samraoui, 2010).

Le Maghreb et le Levant comptent un nombre élevé d'espèces endémiques, tandis que le sud des Balkans, la Crète et la Méditerranée occidentale affichent un taux d'endémisme faible. La diversité des libellules est plus importante dans la partie septentrionale de la région puisque à la fois des espèces méditerranéennes et, surtout, des espèces boréales, peuvent être observées dans le même milieu (Reiservato, 2009).

La composante afro tropicale est néanmoins importante et 38% des espèces de l'Afrique paléarctique provient des régions situées au sud du Sahel. Par contre, la composante asiatique reste minoritaire avec 10% des espèces. Ces composantes proviennent largement de vagues d'immigration associées au maximum pluvial ayant suivi la dernière glaciation au début de l'Holocène, il y a 10000 à 8000 ans de cela, au cours de laquelle la zone saharienne comportait une végétation de savane plus ou moins arbustive sillonnée d'oueds actifs et de forêts galeries (Fig.13).

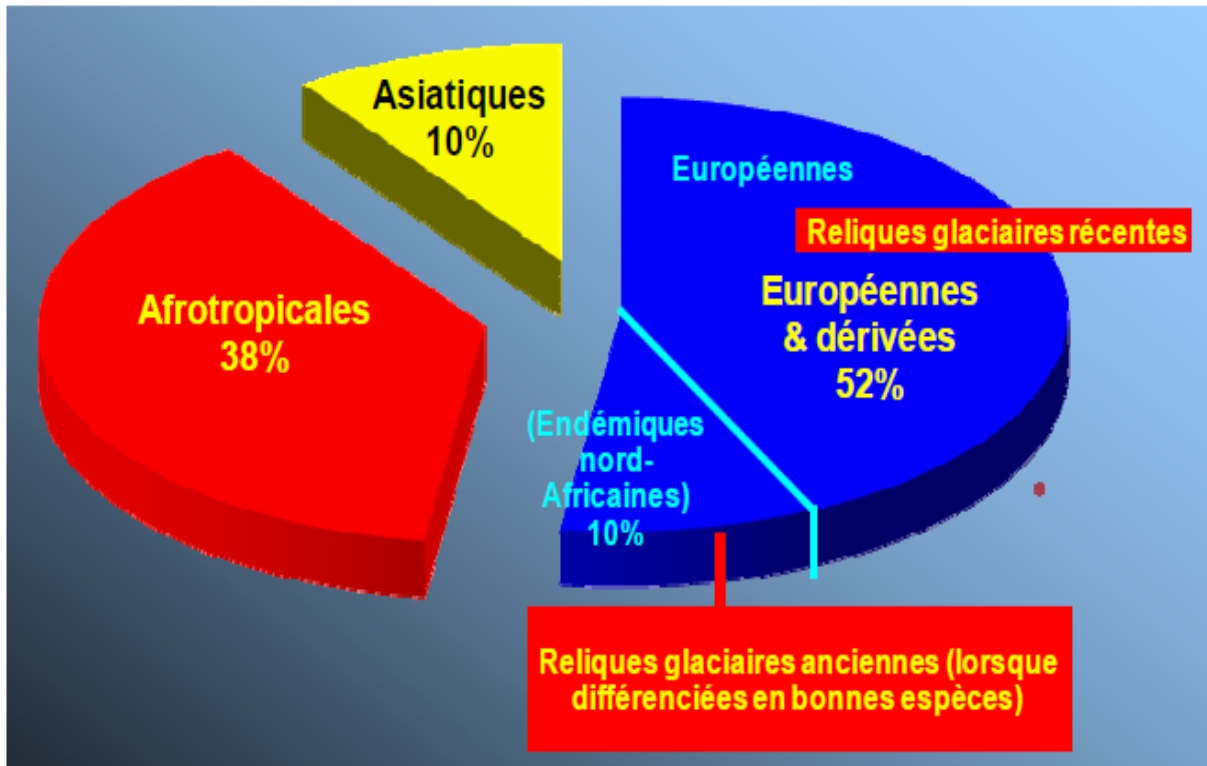


Figure 13. Origine biogéographique des odonates présents en Afrique au nord du 17° parallèle (Boudot, 2010)

Sur la base de données de distribution réunie pour l'Atlas des libellules et demoiselles d'Europe (Boudot, 2016), la plus grande richesse d'espèces, principalement lenticques, se trouvent dans le centre et le centre-Ouest de l'Europe. Les espèces strictement lotiques ont leur centre de diversité dans le Sud-Ouest de la France et dans certaines parties de la péninsule ibérique.

Le nombre le plus élevé d'espèces endémiques se trouve dans le Sud-Ouest de la France, la péninsule ibérique et la péninsule des Balkans (Kalkman, 2018).

La France est le pays d'Europe qui héberge le plus grand nombre d'odonates. C'est également l'un des pays présentant le plus fort taux d'espèces menacées de disparition.

En Algérie, une poche relique afrotropicale est trouvée au Nord-Est en Numidie (Samraoui et *al.*, 1993, Samraoui et *al.*, 1999), et dans une moindre mesure dans le Sahara central, suggérant que des éléments afrotropicaux ont pu dans le passé, c'est-à-dire pendant la période pluviale de l'Holocène précoce, il y a 6 000 à 10 000 ans, se déplacer vers le Nord le long d'oueds importants (Tafassasset et l'Igharghar actuellement fossile) et traverser le Sahara central. Ce dernier agissait comme un château d'eau permettant aux espèces aquatiques de se déplacer du lac Tchad vers l'Atlas saharien au Nord (Samraoui, 2008).

8) Concept de conservation

La dégradation croissante des libellules entraîne indubitablement leur raréfaction et également celle des autres animaux se développant dans ces milieux. Devant une telle évolution, il est inconcevable aujourd'hui d'étudier ces insectes, favoriser au maximum leur protection et surtout la conservation de leurs habitats.

L'union Internationale pour la Conservation de la Nature a évalué le statut de conservation de 629 (11%) espèces de libellules dans le monde (UICN, 2008). À l'échelle mondiale, 22% des espèces de libellules évaluées sont classées dans la catégorie espèces menacées, et deux espèces sont éteintes (*Megalagrion jugorum* et *Sympetrum dilatatum*) (Fig.14).

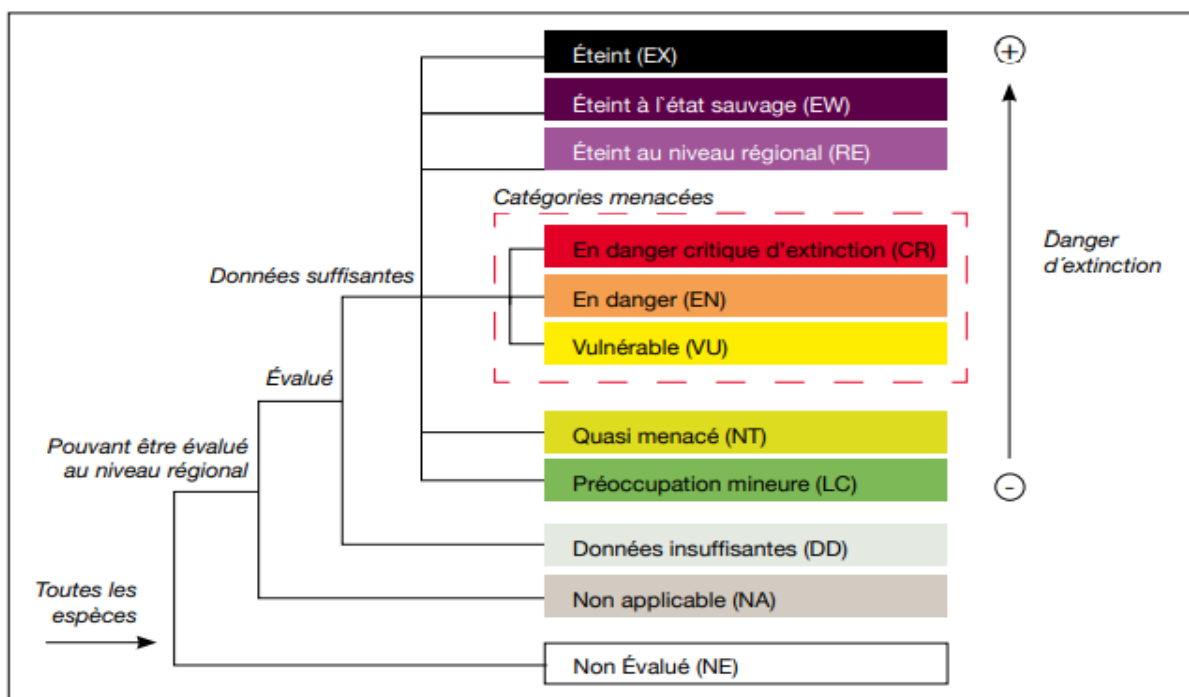


Figure 14. Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste rouge (UICN, 2008)

Dans le bassin méditerranéen, 20% des espèces sont à risque d'extinction et environ 2,5% sont actuellement éteintes à l'échelle régionale (Riservato *et al.*, 2009).

En méditerranée, les libellules menacées sont réparties sur l'ensemble de la région. Néanmoins, certaines zones se distinguent par une concentration relativement élevée d'espèces menacées, notamment le sud des Balkans, le Nord-Est de l'Algérie et le Levant, plus précisément au niveau des parties adjacentes de la Turquie méridionale. 14% des espèces du bassin méditerranéen sont endémiques (9 d'entre elles sont menacées et 5 sont quasi menacées). Ceci met en évidence la responsabilité des pays méditerranéens vis-à-vis de la protection des populations mondiales de ces espèces (Riservato, 2009).

Sur les 138 espèces d'Europe, on estime que 15% d'entre elles sont menacées et 25% présentent une régression de leurs populations (Kalkman *et al.*, 2010).

Parmi les 82 espèces de libellules évaluées d'Afrique du Nord, près d'un quart (24,4%) sont menacées d'extinction : 7,3% d'entre elles sont en danger critique d'extinction, 8,5% en danger et 8,5% vulnérables. Alors que 43 espèces (52,4%) sont classées dans la catégorie Préoccupation mineure, 8 taxons (9,8%) sont classés dans la catégorie quasi menacée tel que : *Boyerie irene*, *Coenagrion scitulum*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Cordulegaster boltonii algerica*, *C. princeps* et *Gomphus simillimus maroccanus* (Samraoui *et al.*, 2010).

En guise de réaction, des statuts de protection, des programmes de conservation ou encore des mesures environnementales ont été mis en place et c'est dans cette optique que s'inscrivent les plans d'Action en faveur des odonates.

Enfin, L'état de conservation des odonates, est un indicateur utile pour évaluer l'état écologique des écosystèmes d'Afrique du Nord (qu'ils soient protégés ou non) et il peut être un outil important dans les tâches de définition des priorités des plans d'action. Cette évaluation constitue fondamentalement un premier pas vers la gestion des ressources, en soulignant l'importance de certaines zones pour la diversité biologique et en facilitant les décisions relatives aux propositions de développement (Houhamdi et Samraoui, 2008).

Région d'étude

Afin d'étudier les facteurs influençant la distribution, le développement et la prolifération d'une population animale ou végétale, il est important pour toute recherche d'étudier le milieu et d'avoir une bonne connaissance sur la situation géographique et les conditions climatiques de la région d'étude.

Une synthèse générale sur la situation géographique, la géologie, la climatologie et l'hydrologie est établie pour notre zone d'étude (La Kabylie du Djurdjura) à partir de plusieurs ouvrages et travaux (Derridj, 1990 ; Abdesselam, 1995 ; Yakoub, 1996 ; Lounaci, 2005, Ait Mouloud 2006 ; Messaouden, 2007 ; Meddour, 2012).

1. Contexte géographique

La Kabylie constitue notre région d'étude, située dans le Nord centre de l'Algérie, à une centaine de kilomètres de l'Est d'Alger. Elle se distingue par son altitude qui s'étend du Nord au Sud, de la côte méditerranéenne jusqu'aux crêtes calcaires du massif du Djurdjura et de l'Akfadou. Jusqu'aux piémonts et plaines de Tizi Ouzou (vallée de Sébaou) et de Bejaïa (vallée de la Soummam) (Meddour, 2012).

1.1. Délimitations de la région

Géographiquement, la Grande Kabylie occupe le territoire délimité comme suit :

- Au Nord, la limite de la mer, avec trois cents kilomètres de côte, peu peuplée, entre l'embouchure de l'oued Isser et celui de la Soummam.
- A l'Est, la vallée de la Soummam marque la délimitation de la « Grande Kabylie » avec la « Petite Kabylie ».
- A l'Ouest, la limite peut sensiblement être déterminée par le cours de l'oued Isser et son affluent, l'oued Djemaa.
- Au Sud, le Djurdjura dessine la frontière naturelle de la Grande Kabylie. Son altitude moyenne est de mille cinq cents mètres avec des pics comme Lalla Khadija (2308 m) (Meddour, 2010).

2. Caractéristiques biotiques et abiotiques

2.1. Facteurs abiotiques

2.1.1. Relief

Le relief est la combinaison de deux facteurs : l'altitude et la pente. En effet, il constitue la composante du milieu physique, qui définit au mieux le caractère montagneux d'un espace ou

d'un territoire donné. De ce fait, la Grande Kabylie est constituée de trois parties, la chaîne côtière au Nord, le Djurdjura au Sud et entre les deux, le massif Agawa (Lounaci, 2005).

a) Kabylie maritime

La Kabylie maritime s'étend sur 100 km, entre le cap Djinet et Bougie, avec un point culminant de 1278 m d'altitude de Tamgout des Aït Jennad. Au centre les forêts de Yakourène et de l'Akfadou. Des versants nord vers la mer, désertés et peu peuplés en opposition aux versants sud vers le Sébaou, verdoyants et peuplés (Meddour, 2010).

b) Chaîne du Djurdjura

Relief majeur de tout le tell algéro-tunisien, représente une incontestable entité géographique. Notre zone d'étude comprend le versant nord du massif montagnard qui est couvert par de nombreux contreforts, s'abaissant progressivement jusqu'à la vallée de Sébaou (Derridj, 1990).

c) Massif Agawa

Dit massif ancien Kabyle s'abaisse depuis le Djurdjura au Sud, vers l'oued Sébaou, jusqu'au Nord maritime.

A 800m d'altitude en moyenne, sont entaillées de profonds ravins où roulent des torrents dévastateurs lors des pluies méditerranéennes d'automne ou de printemps. Présente un couvert végétal relativement important et un réseau hydrographique dense.

Le massif du Djurdjura avec 296 980 ha du territoire de Tizi Ouzou se distingue par la diversité de ses milieux physiques et naturels, une diversité qui résulte de son relief montagneux, fortement disséqué par un réseau hydrographique important, donne lieu à une alternance de paysages (plaines littorales, massifs côtiers, vallées, hautes montagnes et plateaux) (Lounaci, 2005).

2.1.2. L'hydrographie

a) Ecosystèmes lotiques

➤ **Réseau hydrographique**

Le Sébaou constitue le principal cours d'eau du réseau hydrographique de la Kabylie Djurdjurienne, d'une longueur de 117 Km et une superficie de 2500 Km (Lounaci, 2005). Il reçoit inlassablement l'ensemble des affluents torrentueux provenant du massif montagnard (Le Djurdjura). L'ensemble des cours d'eau s'étendent sur une surface de 8500 km² regroupant divers réseaux hydrographiques (Abdesslam, 1995).

La vallée de Sébaou est alimentée par divers sous bassin versant :

- Le sous bassin versant de l'oued Aissi
- Le sous bassin versant de l'oued Boubhir
- Le sous bassin versant de l'oued Bougdoura

Ce réseau hydrographique, très dense, est caractérisé dans sa partie majeure par des écoulements dont les débits sont très faibles et souvent secs durant une longue période de l'année.

Durant la saison estivale, les débits d'étiages observés sont libérés par la restitution des eaux souterraines de la nappe alluviale du Sébaou en certains endroits et par les principales sources localisées dans le Djurdjura (Main du Juif ; Aït Ouabane ; Tinzert) (Abdesslam, 1995).

b) Ecosystèmes lentiques

A cette mosaïque, en plus du réseau dense d'oued dont la Kabylie regorge, s'ajoute les écosystèmes lentiques (Zones humides) représentés essentiellement par les barrages, lacs forestiers, retenues collinaires et mares temporaires ou permanentes alimentant ainsi la wilaya de Tizi Ouzou (Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Tizi Ouzou).

➤ Zones humides

Le contexte topographique et climatique complexe de la Kabylie donne naissance à une très grande variété de zones humides abritant une diversité d'espèces et en particulier d'odonates.

Ces zones humides sont caractérisées par des plans d'eau isolés, peu profonds, permanents ou temporaire. Ces milieux accueillent de nombreuses espèces adaptées à supporter des variations de niveau d'eau importantes, notamment lors de la période estivale (Berquier, 2016).

➤ Bassins artificiels

Ces milieux d'eau douce sont la résultante d'activités anthropiques destinés à l'approvisionnement des milieux de culture (berges, verger) et du bétail par une source d'eau (Ait Mouloud, 2006).

➤ Marais aménagés dans un but agricole

Les retenues collinaires constituent une ressource complémentaire intéressante pour l'irrigation des zones rurales et montagneuses.

Dans les années quatre-vingt, un vaste programme de retenues collinaires (au nombre de 83) a été réalisé par la Direction de l'Hydraulique (DHW) de la Wilaya de Tizi Ouzou. Les retenues

en question sont contenues dans le plan visant à promouvoir le développement agricole, par le renforcement de l'irrigation des grands périmètres (Cultures maraichères).

Ces sous bassin versant qui constituent les écosystèmes aquatiques lotiques ainsi que les écosystèmes aquatiques lentiques ont fait l'objet de notre recherche sur les odonates de Kabylie.

La région d'étude est représentée dans la figure ci-dessous (Fig.15).

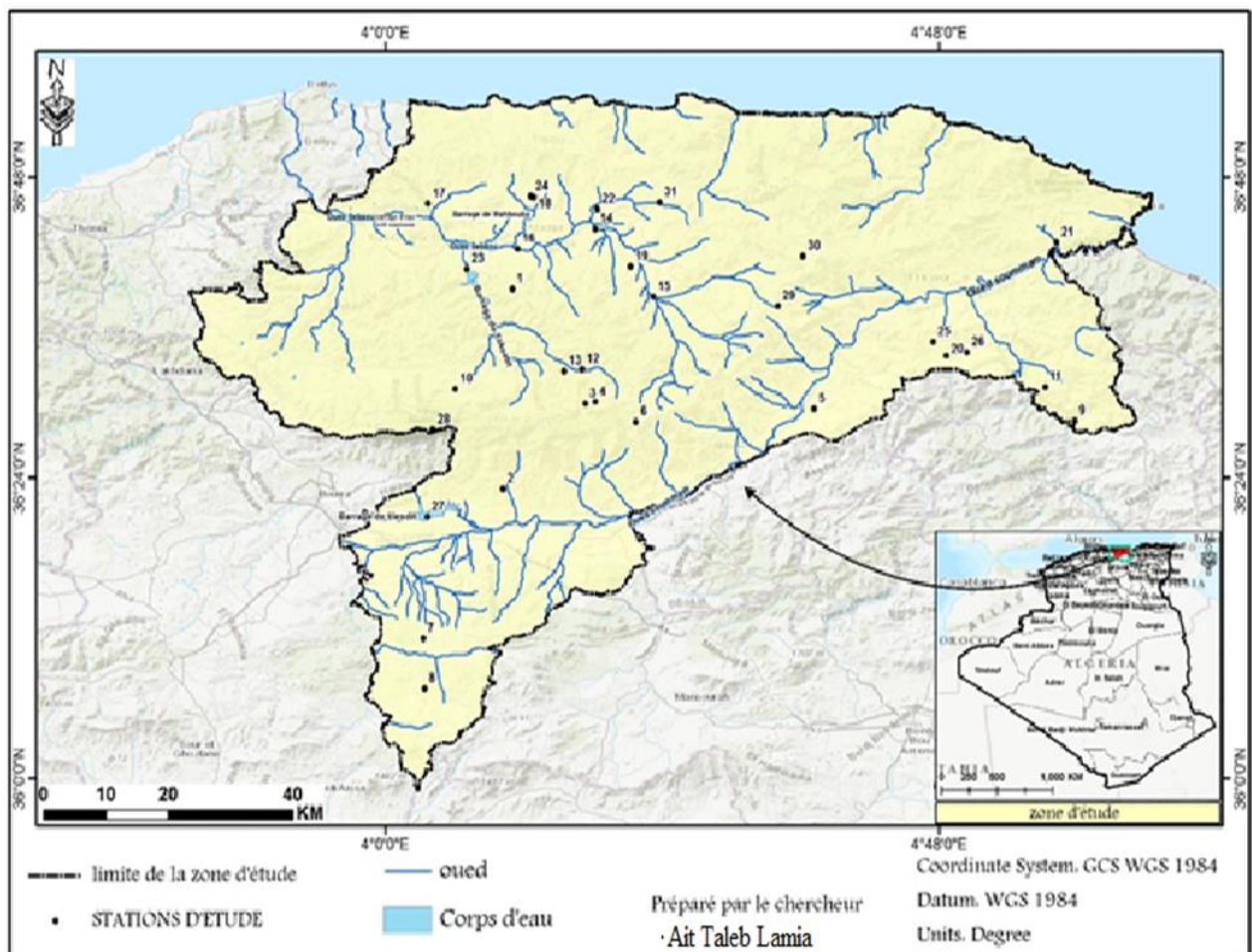


Figure 15. Réseau hydrographique de la Kabylie et Stations de prélèvements (Ait Taleb, 2022)

2.1.3. Géologie

De nombreuses études géologiques (Flandrin, 1952 ; Thiebault, 1952 ; Raymond, 1976 ; Gelard, 1979 ; Yakoub, 1996) ont été réalisées sur la Kabylie du Djurdjura. Le Djurdjura est constitué principalement d'un faciès composé essentiellement de terrains calcaires. Le bassin versant de la vallée du Sébaou est constitué du socle kabyle (cristallin et cristallophyllien) de nature magmatique (granite et pegmatite) et métamorphiques (micaschistes et quartzites), qui lui confère une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié, ainsi que la chaîne calcaire qui le délimite au Sud (Fig.16) (Yakoub, 1996).

La lithologie de cette chaîne est d'un intérêt hydrogéologique important car elle est à l'origine de nombreux écoulements superficiels et saisonniers et favorise l'existence du phénomène de karstification donnant naissance à de nombreuses sources en altitudes et aux développements de gouffres.

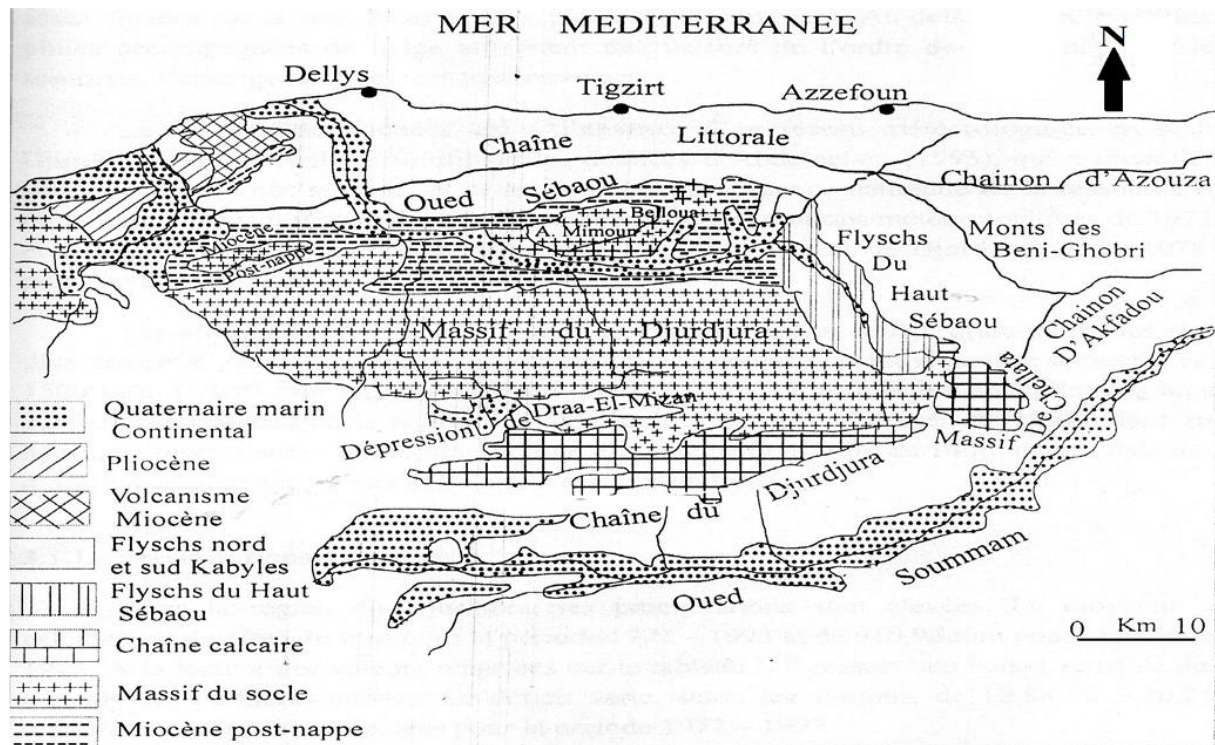


Figure 16. Les grandes unités morpho structurales de la grande Kabylie (Flandrin, 1952)

2.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques constituent une partie des facteurs écologiques dans un écosystème. Ils représentent l'ensemble des interactions du vivant sur le non-vivant (facteurs abiotiques), intra spécifiques et interspécifiques (Dajoz, 2003). Trois facteurs biotiques sont décrits succinctement dans ce chapitre : la faune, le couvert végétal et l'action anthropique.

2.2.1. Couvert végétal

Le climat de type humide de la Kabylie a permis à la végétation naturelle riche et diversifiée de prospérer et de donner à la région toute sa splendeur. En effet, la flore de la Kabylie fait partie de la flore Nord-africaine, de type méditerranéen, elle est assez dense et variée en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants (Laribi, 2016).

La Kabylie compte près de 1100 espèces végétales dont 35 espèces endémiques, 70 espèces très rares et 33 espèces protégées (Laribi, 2016). Les principales formations sylvatiques sont des cédraies pures (40%), des Cédraies - chênaies vertes (30%) et des chênaies vertes (13%)

(Messaouden *et al.*, 2004). Globalement, l'occupation du sol est dominée par l'association arboriculture rustique et jachère au niveau des zones montagneuses et par l'association cultures maraîchères, arboriculture rustique et jachère pour les zones de piémonts et contigües.

Le long des cours d'eau on peut trouver sur les berges :

- Aux altitudes > à 1000 m, les sommets sont dénudés ou peu couverts de végétation. Cette dernière est généralement représentée par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : Ronces (*Rubus* sp), genêts (*Genista* sp) et quelques pieds du cèdre de latlas (*Cedrus atlantica*). (Derridj, 1990 ; Messaouden, 2014).
- Pour les régions de moyennes altitude (~ 800 m), le couvert végétal est représenté par des forêts de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne liège (*Q. suber*) et de frêne (*Fraxinus* sp). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement de l'eau en été.
- En ce qui concerne les régions de moyennes basse altitude (<600 m), on rencontre plus les arbres du domaine agricole (cultures fruitières) comme l'olivier (*Olea europea*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punica granatum*) et le cerisier (*Prunus cerasus*).
- Plus en aval, aux altitudes inférieures à 300 m d'altitude, la végétation est relativement clairsemée. Elle est représentée essentiellement par des maquis denses à dominance de cyste (*Cistus monpeiliensis*), l'aulne (*Alnus glutinosa*), l'if (*Taxus baccata*), le houx (*Ilex aquifolium*), le peuplier noir (*Populus nigra*), la bruyère (*Erica arborea*), le roseau (*Phragmites australis*), le merisier (*Cruvius avium*), le laurier rose (*Nerium oleander*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'olivier sauvage (*Olea europea oleaster*), le tamaris (*Tamaris* sp.) et l'Eucalyptus (*Eucalyptus* sp.)

Quant à la végétation aquatique, elle est constituée essentiellement de mousses, d'algues et de macrophytes. Les mousses prédominent dans les parties supérieures des cours d'eau, tandis que les parties avals présentent plus d'algues filamenteuses (Lounaci, 2005).

2.2.2. Faune

La diversité des milieux qu'offre notre région d'étude et sa position dans le massif du Djurdjura, font d'elle un habitat de choix pour une faune riche et variée.

La faune aviaire et les amphibiens sont en relation direct avec les d'odonates (Prédateurs). Notre région d'étude constitue un nombre de 123 espèces d'oiseaux inventoriées, dont 32 protégées (18 rapaces et 14 passereaux) (Hachour *et al.*, 2021). Parmi elles, il y a lieu de citer l'Aigle Royal (*Aquila chrysaetos*), l'Aigle de Bonelli (*Hieractus fasitus*), le Vautour Percnoptère (*Neophron pecnopterus*) le Gypaète barbue (*Gypaetus barbatus*), etc.

Quelques amphibiens peuvent être cités dont le Crapaud de Maurétanie (*Bufo mauritanicus*), le Crapaud Commun (*Bufo bufo*), le Discoglosse Peint (*Discoglossus pictus*) et la Salamandre tachetée (*Salmandra salmandra*) ...etc.

En ce qui concerne les mammifères, il existe 23 espèces dont 10 protégées. Les espèces les plus fréquentes sont le Chacal (*Canis aureus*), la Genette (*Genetta genetta*), le Porc épic (*Hystrix cristata*), le Hérisson (*Erinaceus algirus*), la Mangouste (*Herpestes ichneumon*) et le singe Magot (*Macaca sylvanus*) qui est sans doute le Mammifère le plus emblématique et énigmatique. Les micromammifères sont très discrets, mais sont en réalité très actifs, le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la souris Sauvage (*Mus spretus*), la souris Grise (*Mus musculus*), la gerbille champêtre (*Gerbillus campestris*), le rat rayé (*Lemniscomys barbarus*) et le lerot (*Eliomys quercinus*) (Khidas, 1993).

Les arthropodes présents dans la région sont principalement les mollusques, cités dans les travaux de Ramdini et *al.*, 2020 ; les pucerons qui représentent une source de nourriture pour les odonates, quelques travaux ont été cités par Ait Amar et Benoufella- kitous (2020), la macrofaune benthique comme les éphéméroptères (Kachemir et *al.*, 2020) ; Diptères Simuliidae (Haouchine et Lounaci, 2012) et les culicidae (Chahed et *al.* 2021c).

Pour la faune des zones humides, elle est constituée principalement de canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la foulque macroule (*Fulica atra*), poule d'eau (*Gallinula chloropus*) et divers amphibiens et macroinvertébrés benthiques comme les coléoptères.

2.2.3. Activités anthropiques

Les actions de l'homme ne cessent d'augmenter. Le déversement anarchique des déchets en amont même des oueds et les feux de forêt, constituent des actes majeurs de destruction et de modifications de nos sites naturels. Dans les régions de haute altitude, les activités humaines ont conservé un caractère traditionnel, où l'élevage et les cultures non irriguées sont pratiquement les seules activités agricoles, leurs impacts potentiels sur les cours d'eau devraient être relativement faibles. Quelque fois, il est à signaler que depuis la mise en place du projet de développement du tourisme locale, les sites d'importance écologique devront être protégés par des lois et des décrets, car on remarque de plus en plus une détérioration des sites en plus du piétinement, le surpâturage et l'abattage des arbres. En basse altitude, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses, cela est dû à l'extension rapide des zones urbaines qui déversent les eaux usées épurées ou non, dans les cours d'eau (Direction de l'environnement, Tizi Ouzou). A ces principales perturbations, s'ajoutent les activités agricoles, les prélèvements

d'eau pour l'irrigation ce qui cause l'assèchement dans la période estivale ainsi que l'extraction du gravier ce qui altère la structure des lits, modifient ainsi la composition de la faune benthique. Cette accumulation va inévitablement entraîner une détérioration de la qualité de l'eau (Lounaci, 2005).

Les zones humides sont elles aussi affectées, soumis aux différentes activités récréatives, agricoles, aux surpâturages et aux invasions (Direction de l'agriculture, Tizi Ouzou).

2. Climatologie

Le climat est un facteur fondamental qui agit relativement à la distribution des organismes vivants, aux fonctionnements et à la dynamique des écosystèmes écologiques (Dajoz, 2006). Selon Dajoz (1974), les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie et prospérer que lorsque certaines conditions climatiques du milieu sont réunies. L'étude du climat est primordiale dans notre étude, car les changements climatiques conditionnent l'apparition ou la disparition d'espèces

Se situant au Nord de l'Afrique et en Méditerranée occidentale, la Kabylie s'ouvre aux influences maritimes par une série de trouées et de vallées. Celui-ci est caractérisé par un hiver froid et humide avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles (Abdeselem, 1995).

Parmi les facteurs climatiques, un ensemble de facteurs énergétiques (Température), hydrologiques (Précipitation), mécaniques (vent) peuvent être distingués (Ramade, 1994).

La période pluvieuse de Kabylie s'étend de Novembre à Mars, de ce fait elle est considérée parmi les régions les plus arrosées d'Algérie

Les données météorologiques utilisées dans le cadre de ce travail (Période : 2011-2021) nous ont été fournies par la station météorologique de Boukhalfa (Tizi- Ouzou).

3.1. Température

La température est un facteur écologique limitant, contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Selon Seltzer (1946), pour chaque élévation de 100 m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0.4°C et les températures maximales de 0.7°C.

L'extrapolation a été réalisée pour les stations d'études selon les tranches altitudinales 0-300 m, 300-600 m, 600-900 m et ≥ 1000 m.

Les valeurs mensuelles minimales, maximales de la température de l'air, enregistrées durant la décennie (2011-2021) dans les différents sites d'études réparties en tranches altitudinales sont représentées dans le tableau ci-dessous (Tab.3).

Tableau 3. Températures moyennes mensuelles maximales et minimales exprimées en degrés Celsius dans la région de Kabylie (2011-2021)

Tranches altitudinale	Temp	Jan	Fév	Ma	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sépt	Oct	Nov	Déc
Région (0-300m)	T max	15,69	16,39	19,21	23,39	27,46	32,3	36,29	35,45	32,01	27,3	19,7	16,75
	T min	6,04	6,43	8,9	11,84	14,08	18,3	21,79	22,28	19,35	15,04	11,71	7,74
Région (300-600m)	T max	14,07	14,77	17,58	21,77	25,84	30,68	34,67	33,83	30,39	25,68	18,08	15,13
	T min	3,94	4,33	6,8	9,74	11,98	16,2	19,69	20,18	17,2	12,94	9,61	5,64
Région (600-900m)	T max	11,06	11,76	14,57	18,76	22,83	27,67	31,66	30,82	27,38	22,67	15,07	12,12
	T min	3,4	3,79	6,26	9,2	11,44	15,66	19,15	19,64	16,71	12,4	9,07	5,1
Région ≥ 1000	T max	7,41	8,11	10,92	15,11	19,18	24,02	28,01	27,17	23,73	19,02	11,42	8,47
	T min	1,315	1,706	4,17	7,11	9,35	13,579	17,06	17,55	14,62	10,31	6,98	3,01

La température annuelle moyenne pour les régions de basse altitude situées entre 0-300m d'altitude est de 19.40°C. Pour les régions situées entre 300-600 m d'altitude, la température annuelle moyenne est de 17.54°C. La température annuelle moyenne pour les sites de moyennes altitudes situées entre 600-900m d'altitude est de 15.76°C. Pour les stations de hautes altitudes ≥ 1000 m, la température moyenne annuelle est de 12.89°C.

Les mois les plus froids pour toute la région d'étude (la Kabylie) sont les mois de Janvier et Février avec une température moyenne de 7.86°C et 8.41°C successivement. En revanche, le mois le plus chauds est le mois de Juillet avec une moyenne de 26.04°C.

Les résultats de la température réalisés par extrapolation sur une période de 10 ans pour les quatre tranches altitudinales étudiés dans la région (Kabylie) sont synthétisés dans la figure ci-dessous (Fig.17).

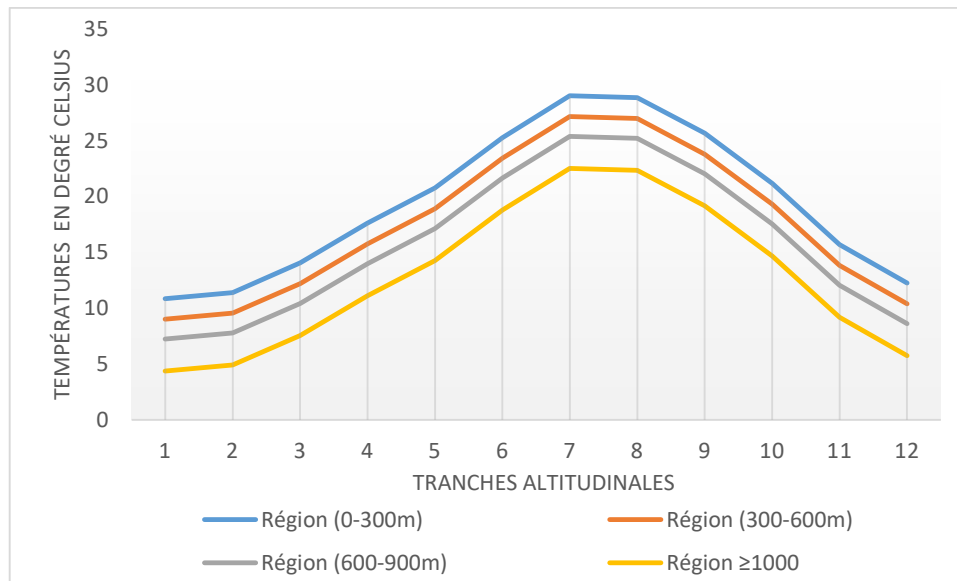


Figure 17. Températures annuelles moyennes sur l'ensemble de la région de Kabylie

Les résultats observés des températures annuelles moyennes qui interviennent sur la Kabylie permettent de voir une différence notable entre les régions de basses altitudes (0-300m) représentées par : Fréha, Boubhir, Oued Aissi, Makouda, Draa ben Khedda; Mechtras, Djemaa, etc., les régions de moyennes basses altitudes (300-600m) représentées par : Ouadhia, Boghni, Ait ouelhadj, Azazga, etc., moyennes altitudes (600-900m) représentée par : Ouacif, Thala Rana, Ait Ouabane, Iouakourene, etc., et les régions de hautes altitudes (≥ 1000 m) représentées par : Tikdjda, Tizi kouilel, Ait Alaoua, Ait Bouadou, Tirourda...etc.

3.2. Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et aquatiques, mais aussi pour la répartition des êtres vivants (Ramade, 1984).

La pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : L'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition (Quezel, 1957). En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides.

Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud (Seltzer, 1946).

Ces principes sont valables pour le massif du Djurdjura dont le régime pluviométrique suit étroitement la variabilité du relief ; et les zones les plus élevées et les plus proches de la mer sont les mieux arrosées.

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Kabylie durant la décade (2011-2021) sont représentées ci-dessous (Tab.4).

Tableau 4. Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) dans la région de Kabylie de (2011-2021)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Ma	Jui	Ju	Ao	Sep	Oct	Nov.	Déc.	Somm
					i	n	i	ut	t				e
Ppt	120,1	109,	100,	66,	47,	16,	1,6	3,8	28,	56,	149,	102,	801.66
(mm)	5	03	04	95	26	51	5	1	95	16	04	11	

Durant la décade (2011-2021), la région de Kabylie a reçu en moyenne 801.66mm de pluie. Durant cette période, ce sont les mois de Novembre (149.04 mm), Janvier (120.15 mm), Février (109.03 mm) et Mars (100.04) qui sont les plus pluvieux. Les faibles précipitations sont enregistrées durant la période estivale (Juillet, Aout, Septembre) avec seulement 1.65 mm en mois de Juillet.

D'une manière générale, comme la montre si bien la figure ci-dessous, la zone d'étude bénéficie de précipitations appréciables.

Les précipitations sont très variables d'une année à une autre (Période 2011-2021). Elles oscillent entre 657 mm enregistré durant l'année 2020 et 1063,9 mm noté en 2013, selon les données fournis par la station météorologique de Boukhalfa (Tizi- Ouzou) (Fig.18).

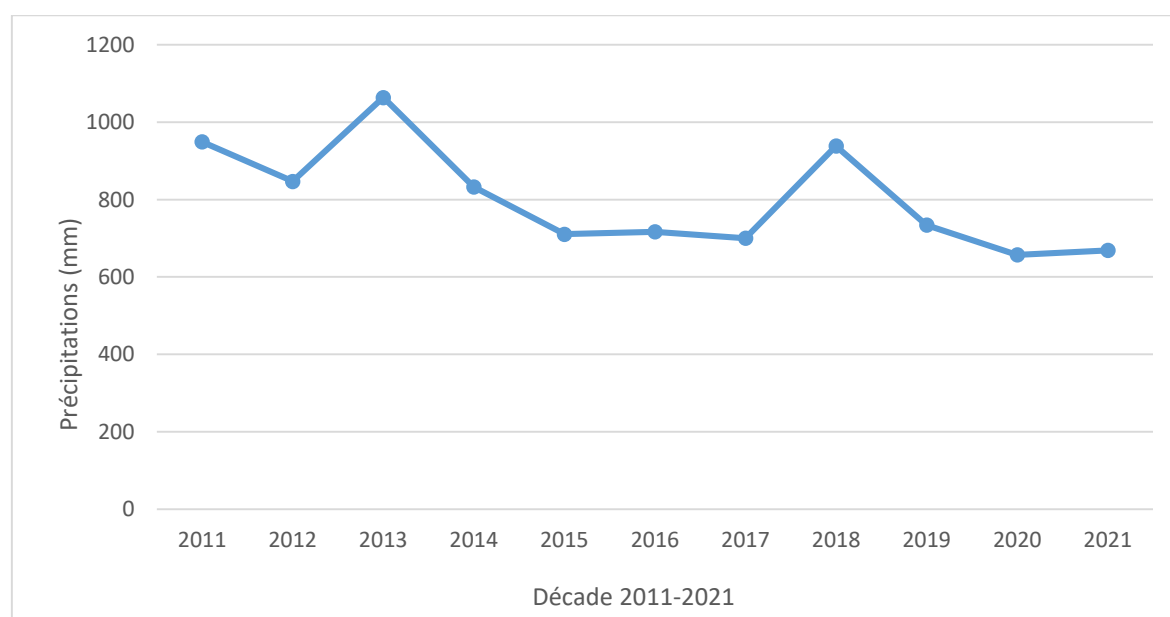


Figure 18. Précipitations annuelles dans la région de Kabylie.

3.3. Vent

Le vent constitue un facteur très contrariant pour la période d'échantillonnage des insectes volants principalement les libellules, empêchant ainsi la capture et modifie en conséquence la cohorte d'une journée (Jourde, 2010).

La vitesse horaire moyenne du vent à Tizi-Ouzou connaît une variation saisonnière modéré au cours de l'année. Cependant il est utile de relever que le vent souffle en moyenne pendant 5 mois et demi par année avec une vitesse moyenne supérieure à 13,0 kilomètres par heure et il est à l'origine d'occasionnels incendies de forêts en été (O.N.M).

Le mois le plus calme de l'année est le mois de juin avec une vitesse horaire moyenne du vent de 11,1 kilomètres par heure pendant la période d'étude (2019-2021).

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent de notre région d'étude des années 2019, 2020 et 2021 sont rapportées ci-dessous (Tab.5).

Tableau 5. Moyennes mensuelles de la vitesse du vent des trois années d'études

Mois	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2019	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2020	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2021
Janvier	1,5	0,8	4,4
Février	1,2	1,1	4,4
Mars	1,7	2,1	3,8
Avril	1,9	1,8	3,8
Mai	1,5	2,0	3,6
Juin	2,8	2,2	3,3
Juillet	2,5	2,3	3,3
Août	2,2	1,8	3,3
Septembre	1,7	1,9	3,3
Octobre	1,6	1,8	3,6
Novembre	1,9	0,2	4,1
Décembre	1,6	2,1	4,2

3.4. Humidité relative

L'humidité relative est l'un des paramètres principaux du cycle hydrologique car elle conditionne l'évapotranspiration.

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère exprimé en pourcentage par rapport à l'humidité saturante (100%) pour la température considérée.

D'après Dajoz (1985), l'humidité de l'air a une influence directe sur la vitesse de développement, la longévité et le comportement des espèces.

L'humidité relative enregistrée au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 sont illustrés ci-dessous (Tab.6).

Tableau 6. Humidité relative de la région de Tizi-Ouzou

Humidité relative moyenne mensuelle (%)			
Mois / Années	2019	2020	2021
Janvier	84	80	75
Février	76	75	73
Mars	74	76	72
Avril	77	80	71
Mai	66	66	69
Juin	60	58	59
Juillet	56	53	54
Août	59	53	56
Septembre	69	66	63
Octobre	69	67	64
Novembre	78	71	71
Décembre	76	81	74

Le tableau ci-dessus montre que le mois de Janvier est le mois le plus humide durant les années 2019 et 2021 avec des moyennes respectives de 84% et 75%, quant à l'année 2020, le mois de Décembre est le plus humide, il représente une moyenne de 81%.

L'humidité relative la plus faible est enregistrée durant le mois de Juillet pour les années 2019 et 2021 avec des moyennes de 55% et 54% respectivement. Pour l'année 2020, les mois de Juillet et Août sont les mois les moins humides, ils représentent chacun 53%.

3.5. Neige

En plus des facteurs déjà citée au-dessus, La neige constitue aussi un facteur écologique de toute première importance car elle exerce des actions biologiques variées de nature thermique et mécanique. Le Djurdjura reçoit des précipitations neigeuses de Novembre à Mars, bien assez irrégulier et considérable. Selon, Abdesselam (1995), la neige tombe sur le massif du Djurdjura

à partir du mois d'octobre jusqu'au mois de Mai, avec une moyenne de 32 jours de chute par an, et elle persiste sur les sommets durant quatre mois où le mois de Janvier est en moyenne le mois le plus neigeux et où l'enneigement dure longtemps, ce qui empêche généralement l'accessibilité à certains sites d'échantillonnage et fragmente ainsi le suivi annuel. En contrepartie, Ces précipitations solides permettent d'assurer un apport régulier important en eau lors de la fonte qui permet ainsi l'alimentation des cours d'eau en saison printanière.

3.6.Synthèse climatique

La synthèse climatique repose sur le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) qui consiste à déterminer la période sèche et la période humide. La localisation des régions selon l'étage bioclimatique se fait grâce au climagramme pluviothermique d'Emberger.

3.6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen définit les périodes sèches (Muttin, 1977). Il permet de faire une présentation classique du climat pour une région déterminée (Dajoz, 2000).

Selon Bagnouls et Gaussen (1953), le mois sec est le mois de l'année où les précipitations exprimées en mm, sont inférieures ou égales au double de la température moyenne, exprimée en degré Celsius. La relation entre ces deux paramètres est la suivante :

$P \leq 2T$. **P** : Précipitations moyennes mensuelles en mm. **T** : Températures moyennes mensuelles en degré Celsius.

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude sur 10 ans (2011-2021) est illustré dans la figure ci-dessous (Fig.19)

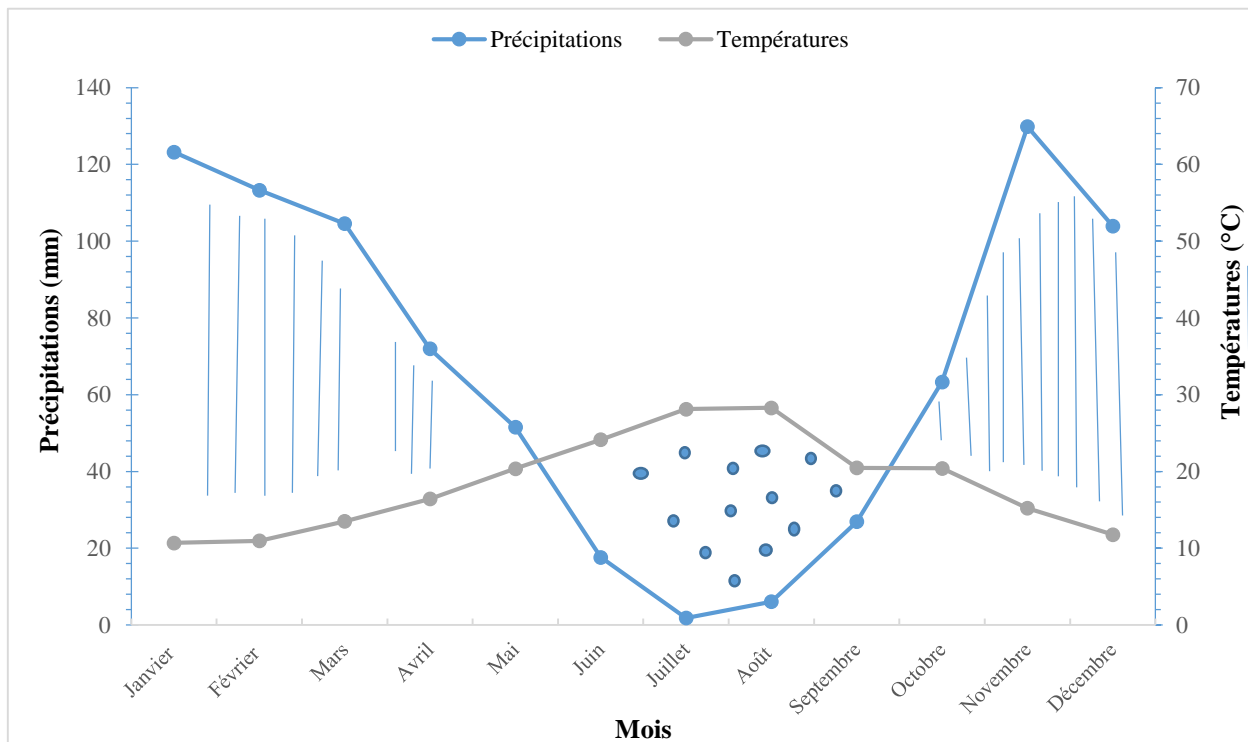


Figure19. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région d'étude sur 10 ans (2011-2021)

Le croisement des deux courbes correspond à la durée de la période sèche dans la région de Kabylie calculé sur 10 ans. Elle s'étale sur quatre mois, de la fin du mois de Mai à la fin du mois de Septembre. La période humide s'étend sur huit mois, allant de la fin du mois de Janvier à la fin du mois de Mai et de la fin du mois de septembre jusqu'à la fin du mois de Décembre.

3.6.2. Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q2) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. Il est en fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la température moyenne minimale (m) du mois le plus froid et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm.

Stewart a simplifié le quotient pour l'Algérie et le Maroc et il est donné par la formule :

$$Q2=3.43 \cdot P/M-m$$

Pour notre région d'étude (La Kabylie) le quotient Q_2 a été calculé à base des valeurs suivantes :

$$P = 801.66 \text{ mm} ; M = 39.92^\circ\text{C} ; m = 8.11^\circ\text{C} ; Q_2 = 86.44$$

Les résultats obtenus sur la base de dix ans (2011-2021) nous permettent de situer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud (Fig.20).

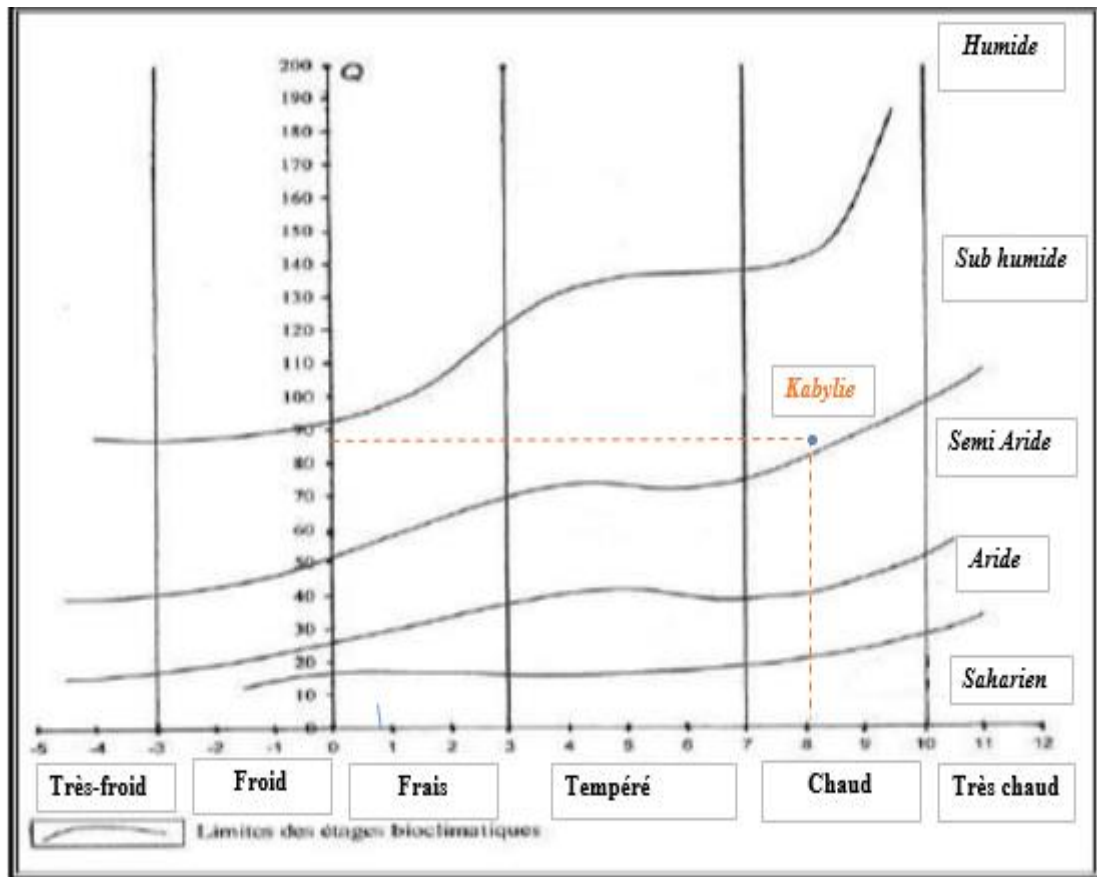


Figure 20. Position de la Kabylie dans le climagramme d'Emberger (2011-2021)

Matériels et méthodes

Ce chapitre comporte la démarche générale de la méthodologie adoptée pour l'étude odonatologique des écosystèmes lotiques et lenticques dans la région de Kabylie, et le choix des stations d'étude avec la description détaillée et la méthode de capture employée. Les indices écologiques et les méthodes statistiques utilisés pour l'exploitation des données sont aussi définis dans ce présent chapitre.

1. Démarche générale

L'objectif principal de cette étude est d'établir une liste préliminaire des odonates de la Kabylie étant donné que c'est une première étude qui se fait dans ce volet dans cette région et de rechercher les tendances générales entre les caractéristiques du milieu et cette communauté.

Afin d'atteindre les objectifs tracés, il était primordial de prospecter un maximum de stations pour mieux cerner la biodiversité, l'écologie et la distribution des espèces dans les deux écosystèmes lotiques et lenticques. Cependant, le choix des stations a été dicté par la volonté de couvrir un large panel de situation mésologique. L'emplacement des stations d'étude été sélectionné selon un gradient altitudinal et le type d'habitat en faciès lotique et lenticques. Ce choix été conditionné par l'accessibilité aux stations.

2. Protocole d'inventaire

La démarche adoptée pour la réalisation de ce minutieux travail a été établie selon un protocole bien détaillé et une étude bibliographique approfondie. Dans le cadre d'un protocole de suivi (Ichter et *al.*, 2014), l'objectif est de détecter des changements et si possible d'en inférer la cause.

L'étude a été menée sur trois années consécutives du mois de Mai 2019 au Février 2022 et plusieurs personnes ont participé à le réaliser. Le suivi des odonates a été effectué durant la période d'émergence mi-Mai ; mi-October pendant les deux premières années. La troisième année à fait objet d'un suivi annuel pour couvrir toutes les saisons et la phénologie des espèces à raison d'une sortie par mois.

2.1. Stratégies d'échantillonnage

L'échantillonnage et le suivi des odonates reposent sur différents types de protocoles (Varanguin et Sirugue, 2007). Un plan d'échantillonnage régulier et systématique sur plusieurs stations d'étude a été réalisé.

Les sessions de relevés ont débuté à partir des premières observations d'imago (Période d'émergence) durant les trois années d'échantillonnage (2019 - 2022).

Lors des différentes visites effectuées sur terrain, plusieurs paramètres ont été notés : Date d'échantillonnage, nom de la station, altitude, heure et coordonnées géographiques.

Les sessions de relevés ont été effectuées tous les mois à conditions météorologiques favorable (Vent faible, pluviosité = 0mm).

Lorsque ces contraintes ne pouvaient pas être respectées, l'échantillonnage est décalé dans la mesure du possible d'une ou plusieurs jours.

2.2. Méthodologie adoptée

Afin d'établir un inventaire aussi exhaustif que possible, il est important de recourir à l'échantillonnage des adultes, larves et exuvies (Lebrasseur, 2013).

Selon Dommanget (2002), pour ce type d'inventaire, une durée de 1 à 3 années de prospections avec une fréquence de 6 sorties réparties sur les mois les plus favorables, doit être adaptée pour avoir une bonne vision de la faune.

La méthode utilisée dans ce présent travail consiste la collecte des 3 principaux stades de croissance.

a) Capture des imagos

La méthode adoptée à l'échantillonnage des libellules adultes est la chasse à vue (Fig.21) effectuée lors du vol des imagos avec la technique la plus classique, le filet entomologique. Les investigations consistent à la recherche des individus tout au long de la station sur un transect de 100 à 200m de chaque bord des cours d'eau et des retenues dont l'accessibilité est possible, au-dessus de l'eau, sur la végétation ou même aux alentours de chaque station où les imagos chassent et effectuent leur maturation comme le préconisent Grand et Boudot (2006). Lors des sessions d'échantillonnage, l'effectif de chaque espèce est mentionné.



Figure 21. Libellule adulte (Ait Taleb, 2019)

Les zones de végétation trop denses et hautes sont plus au moins délibérées, écartées pour une meilleure détectabilité maximale des individus.

Les espèces capturées sont directement mises dans des flacons contenant de l'acétone pendant 24h, puis transférés dans l'éthanol à 70°. Toutes les informations sont mentionnées sur les étiquettes (Date d'échantillonnage, nom de la station et coordonnées géographiques).

Toute éventuelle observation est mentionnée : Comportement reproducteur (Tandem, copulation et pente), émergence, chasse et comportement territorial (Fig.22).



Figure 22. Les différents comportements des libellules observé sur le terrain
((a) Emergence, (b) Ponte, (c) accouplement) (Ait Taleb, 2019)

b) Recherche d'exuvies

La recherche d'exuvie (Fig.23) s'avère d'une importance particulière en raison des informations dont elles nous renseignent. Une inspection minutieuse des berges, roche et roselières est effectuée lors de chaque visite sur terrain pendant la période d'émergence ; les dépouilles

larvaires trouvées sont récoltées à l'aide d'une pince entomologique fine en raison de leur fragilité, transférés dans des boîtes en plastiques, conservé au réfrigérateur pendant 24h.



Figure 23. Exuvie d'un *Sympetrum* (Ait Taleb, 2019)

La recherche d'exuvies présente 3 intérêts :

- Il est plus facile de déceler certaines espèces discrètes, sur un site donné, par la présence d'exuvies que d'individus volants.
- La présence d'une exuvie prouve de manière formelle la reproduction de l'espèce.
- Le nombre d'exuvies découvertes sur un site donné donne une meilleure idée de la population d'une espèce.

c) Collecte de larve

Le stade larvaire est le seul stade qui permet de déterminer la structure du peuplement et de juger par la suite sa caractérisation.

La recherche de larves est une procédure très difficile à raison des différentes formes qui existent. Cependant, une recherche des micro-habitats est indispensable.

La collecte larvaire s'effectue d'une manière à faire des allez retour sur un transect de 50m au minimum, répétés plusieurs fois à l'aide du filet troubleau pour les eaux lotiques et surber pour les eaux lenticques.

Le tri des larves se fait manuellement in situ avec une pince, conservé dans l'éthanol à 70° pour une éventuelle détermination (Fig.24).



Figure 24. Larves d'Aeshnidae (Ait Taleb, 2019)

d) Identification

L'identification des spécimens adultes a été réalisée au laboratoire en se basant sur plusieurs critères morphologiques et anatomiques à l'aide des clés et des guides d'identification (Aguilar et Dommanget, 1985 ; Dijkstra et Schröter, 2020 ; cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (2019) et la fiche odonate faite par la Société nationale de protection de la nature de France publiée sur le site web www.snpn.com.

3. Caractéristiques environnementales des sites de prélèvement

Différents paramètres environnementaux peuvent influencer le développement et la distribution des populations. Les caractéristiques environnementales de nos stations d'étude ont été consignées d'une manière descriptive : largeur du lit, vitesse du courant, profondeur de l'eau, nature du substrat, nature et abondance du couvert végétal. L'impact anthropique a été estimé. La végétation bordante des cours d'eau et des eaux stagnantes été identifiée sur terrain. Les paramètres physico-chimiques de l'eau (Température et pH) ont été mesurés *in situ* à l'aide d'un multi-paramètre (Hanna, hi 2020).

4. Description des sites d'étude

Les écosystèmes aquatiques prospectés sont de typologie très variés. Ils sont représentatifs de l'hétérogénéité des milieux aquatiques qui jalonnent la région. Dans la difficulté de sillonner toute la Kabylie et d'étudier tout le chevelu hydrographique du bassin versant, certains sites ont été sélectionnés et ont fait l'objet de suivi dans les différents sous bassins versant de la vallée de Sébaou, en tenant compte de certains paramètres tel que l'altitude, le type de l'écosystème. 50 stations ont été prospectées et deux à trois points d'échantillonnages par station ont été considérés.

Les détails de chaque station d'étude sont illustrés dans l'annexe 8

Les sites d'études appartenant aux deux versants de la kabylie qui ont fait objet du suivi annuel sont détaillés minutieusement au cours de ce chapitre.

4.1. Versant Nord

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Il reçoit l'ensemble des affluant provenant des trois principaux sous bassins versant. Le versant septentrional du Djurdjura (Oued Boubhir, Oued Aïssi et Oued Bougdoura).

a) Ecosystèmes lotiques

La couverture cartographique au 1/50000ème permet de décrire un réseau hydrographique très dense. Les stations retenues pour le suivi pour la présente étude se répartissent comme suit :

- **Sous-bassin de l'Oued Aïssi :**

L'oued Aïssi est l'un des principaux affluents de l'oued Sébaou. Il draine les écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura. L'importance de son débit est due aux écoulements de assif el Djemâa (écoulements en provenance du col de Tirourda, d'Ath Allaoua

et d'Ath Ouabane), de l'assif Harzoun (écoulements en provenance du col de Tizi-n'Kouilal), de l'assif Larbâa (écoulements en provenance de la Main du Juif, et de l'assif Ouadhias (collecte les écoulements en provenance d'Azrou n'Chria). Les stations retenues sur ce sous bassins sont : Assif djemaa, Assif Larbaa et Assif Ouadhia

❖ Assif Djemâa

Affluent de l'oued Aïssi, il prend naissance dans la région sud-est d'Ain El Hammam. Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis Ain El Hammam et Ath Ouabane avant de se jeter dans l'oued Aïssi à 500 m en aval du lieu-dit Thakhoukhth. Ce cours d'eau, de pente moyenne de l'ordre de 5 %, coule sur une distance d'environ 20 km (Fig.25).



Figure 25. Station Assif Djemaa (Ait Taleb ,2019)

Les stations qui alimentent ce cours d'eau qui ont été sélectionnées sont : Ait Ouabane, Ait Alaoua et l'Djemaa.

❖ Station Ait Ouabane

Cette station est localisée sur un torrent de montagne à environ 500 m en aval de la source appelée « Thahemalt-Boudhrar », à environ 6 km au sud-est d'Ain El Hammam (Fig.26).

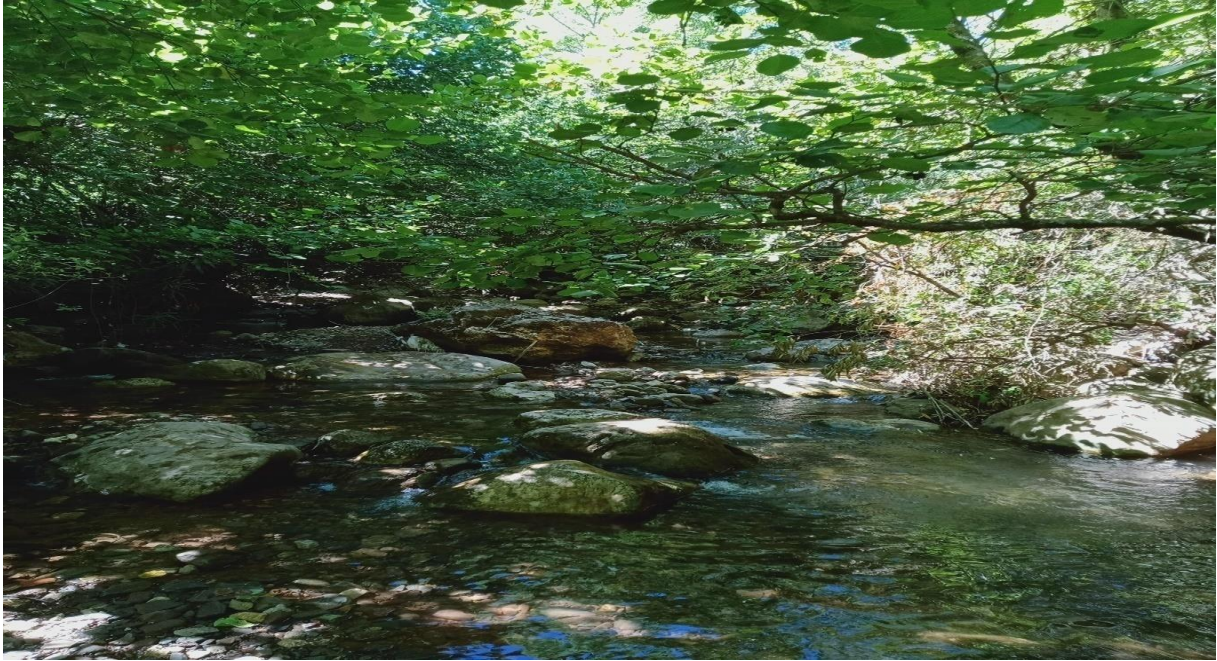


Figure 26. Station Assif el Hammam (Ait Taleb, 2019)

❖ Station Ait Alaoua

C'est un ruisseau de montagne, alimenté par plusieurs sources, caractérisée par une pente douce, relativement faible, un substrat favorisé par la prédominance de roche, galets et graviers, La végétation est composée principalement de chêne vert (*Quercus ilex*) et de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*).

Sur les deux rives du cours d'eau (Ripisylve), la végétation est composée notamment de l'aulne (*Alnus glutinosa*) dont les individus atteignent facilement une hauteur de 15-20 m, le saule (*Salix pedicellata*), le merisier, le grand houx, et l'Aurier saule. Notons ainsi la présence de nombreuses lianes ayant comme support la structure arborescente, la ronce, l'églatier, le petit houx et de nombreuses plantes aquatique herbacées (*Inula viscosa*, *Equisetum maximum*, *veronica amagallis* et *Mentha pulegium*) et de nombreuses bryophytes (Fig.27).



Figure 27. Station Ait Alaoua (Ait Taleb, 2019)

❖ **Station Djemaa**

Point de confluence des cours d'eau provenant du col de Tirourda et de Ain El Hammam, située à 500 m environ en amont de la station hydrique de Djemaa (Souk el hed), avec un débit relativement important en hiver et faible à sec en été (Fig.28).



Figure 28. Station de Djemaa en hiver (a) et en été (b) (Ait Taleb, 2021)

❖ **Assif Ait agad**

Il prend naissance à partir des sources localisées sur la main du Juif. Sa pente moyenne est de l'ordre de 13 %, il traverse une forêt mixte formée de chêne-liège et d'oliviers. Il coule en

orientation sud-nord sur une distance de 5 km, avant de se jeter dans l'assif Larbâa. Trois stations ont été retenues (Thighza, Thiainsrin et Assif sma) (Fig.29).

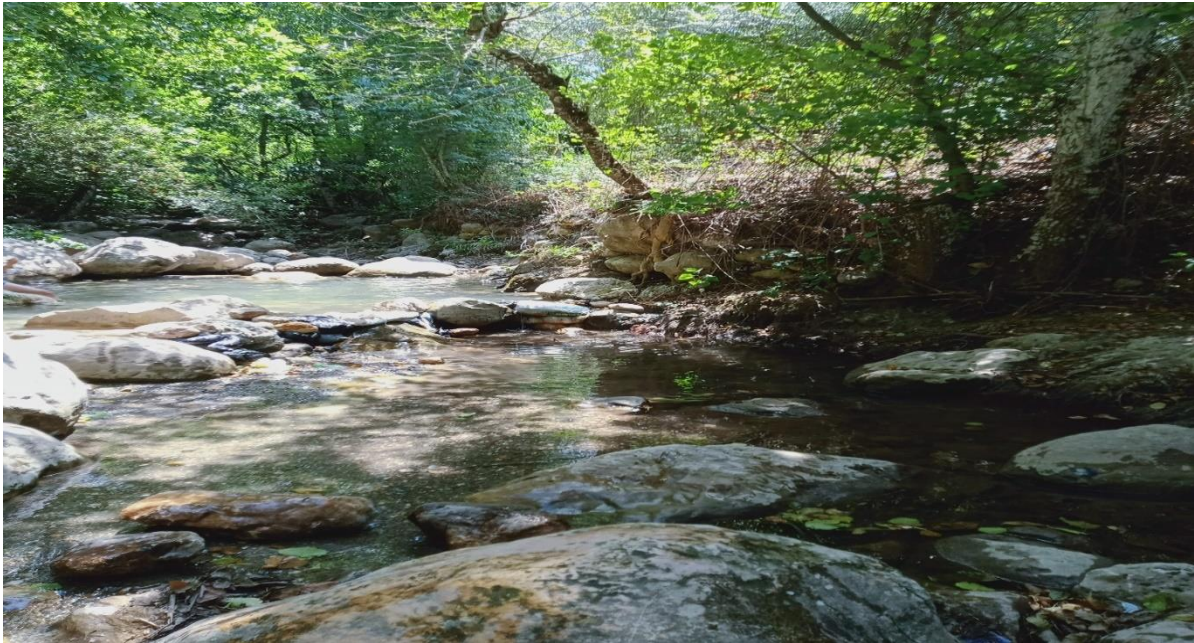


Figure 29. Station Assif Ath Agad (Ait Taleb, 2020).

❖ Assif Ouadhia

Il draine les écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura, depuis Azrou n'Chria jusqu'à Thakhoukhth.

Le cours d'eau choisi est Assif Tamdha. Il prend naissance dans le Djebel Ath Bouadou (flanc nord-ouest de la dorsale médiane du Djurdjura) à 1100 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige. Il coule en orientation Sud / Nord-Est sur une distance d'environ 15km avant de se jeter dans assif Ouadhia (Fig.30). Sa pente moyenne est de l'ordre de 5 %, sa largeur peut atteindre par endroit 4 m. Deux stations ont été sélectionnées sur ce cours d'eau.



Figure 30. Station Assif Tamdha (Ait Taleb, 2019)

❖ **Station Thamda ousserghi**

Cette station est localisée à 300 m en aval du village Ath El-Kaid, à environ 14 km au sud de la ville des Ouadhias (Fig.31) avec une altitude de 386 m, latitude 4°06'02"E, longitude 36°31'05"N.



Figure 31. Station de Tamda ousserghi (Ait Taleb, 2019)

- **Sous bassin versant de l’oued Boubhir :**

Ils drainent l’ensemble des écoulements du flanc nord-est de la Kabylie du Djurdjura. Le cours d’eau retenue est sur la partie orientale du Djurdjura dit Assif halil qui prend naissance de Tirourda.

- ❖ **Station Tirourda**

C’est un cours d’eau de montagne de dimension réduite, il prend naissance au pied du col de Tirourda. En période de hautes eaux, il cascade sur un long parcours de près de 5 km dans les creux des montagnes. Doté d’une forte pente (10 %), il coule en orientation sud-nord, entre 1400m et 900 m d’altitude (Fig.32). La strate arborée est composée principalement d’orme (*Ulmus compestris*), chêne vert (*Quercus ilex*), saule, figuier et de nombreuses lianes. Quant à la strate herbacée, elle est composée de fougère, ronce et de nombreuses plantes aquatiques telles que le cresson de fontaine.

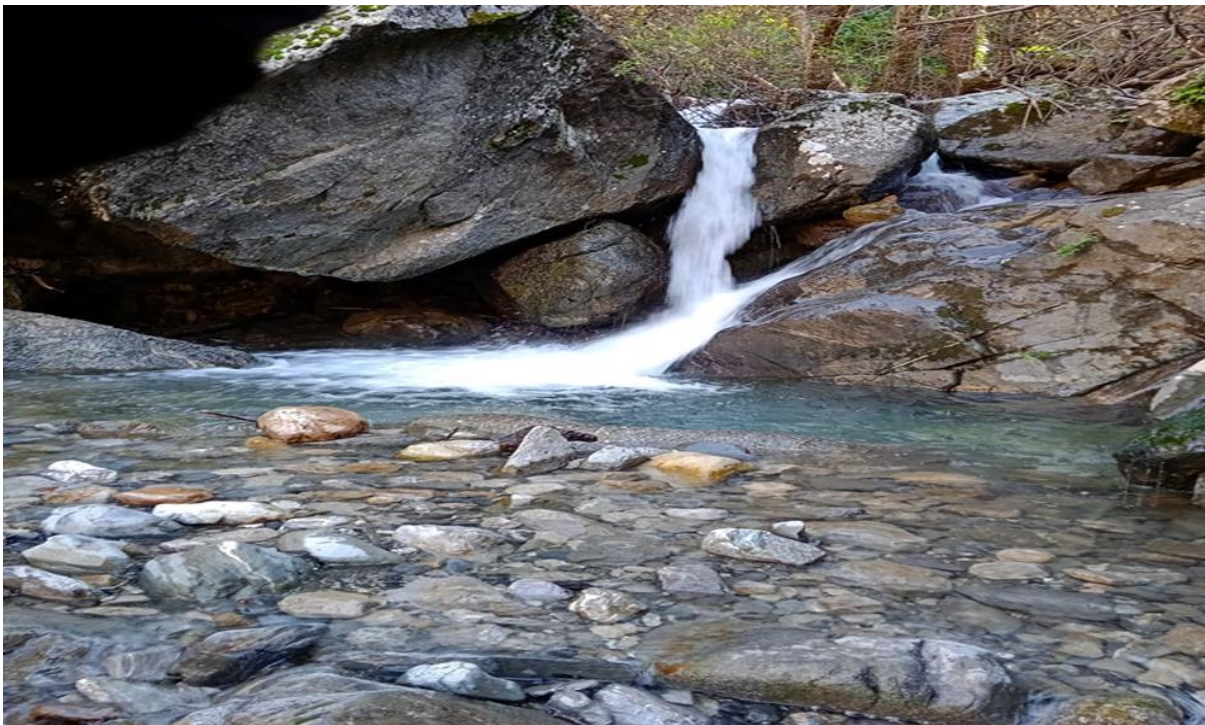


Figure 32. Station de Tirourda (Ait Taleb, 2022)

- **Sous bassin versant de l’oued Bougdoura :**

Il est drainé par l’ensemble des écoulements du flanc nord-ouest du Djurdjura depuis Thala-Guilef jusqu’à Draâ-Ben-Khedda. Deux secteurs hydrographiques s’échelonnant entre 1600 m et 500 m d’altitude. La station retenue se situe sur Assif Nechbelau lieu-dit Thala oulili.

❖ **Station Thala Oulili**

Cours d'eau qui prend naissance au lieu-dit 'Thinzar' à 980 m d'altitude à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les fontes des neiges. Il coule en orientation sud-nord sur une distance de 7,5 km entre 980 m et 380 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 8% (Fig.33).



Figure 33. Station de Thala oulili (Ait Taleb, 2020)

b) Ecosystèmes lentiques

La wilaya de Tizi Ouzou possède en plus du réseau hydrographique dense, une mosaïque de zones humide. Des lacs, des retenues collinaires, des barrages et des bassins artificiels ont été prospectés soigneusement durant la période de travail et illustrés ci-dessous (Fig.34).



Figure 34. Les différents types d'eaux stagnantes étudiés (Ait Taleb, 2021)
 (a – b : Retenue collinaire ; c : Bassin artificiel ; d : Lac de montagne)

Les différentes stations d'eau lenticques investiguées et leurs caractéristiques sont représentées ci-dessous (Tab.8).

Tableau 8. Caractéristiques des différents sites d'eaux stagnantes

Ecosystèmes	Stations	Latitude	Longitude	Altitude
Eaux lenticques	Makouda	4°03'48"E	36°45'46"N	72
	Draa Ben khedda	3°58'09"E	36°42'46"N	92
	Taksebt	4°07'01"E	36°40'39"N	100
	Freha	4°18'23"E	36°45'24"N	138
	Souamaa	4°21'14"E	36°40'51"N	231
	Ait Toudert	4°09'00"E	36°32'16"N	311
	Djebla	4°12'36"E	36°46'27"N	560
	Akfadou	4°34'04"E	36°37'42"N	1572

4.2. Versant sud

Comprend les limites Nord de la wilaya de Bouira, notamment El Esnam, Bechloul, M'chedallah, Haizer, Ath Laziz, Chorfa et les communes voisines dépendant de la wilaya de Béjaïa, en l'occurrence, Tazmalt, Boudjellil et Ath-Mellikeche.

Les stations prospectées dans cette partie sont Thala Rana, Iwakourene et Tikdjda. Cette dernière est retenue pour un suivi annuel.

❖ Station de Tikdjda

La station Thignathine est située au lieu-dit Thighzerth (Fig.35), le cours d'eau retenue est Assif laazib. C'est un petit ruisseau d'un débit faible qui échelonne un milieu ouvert depuis les sources et le lac Agoulimim. La station culmine sur une altitude de 1500m. La forêt est dominée par le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica*) et le Pin noir (*Pinus nigra*).



Figure 35. La station de Tikdjda (Ait Taleb, 2019)

5. Traitement et analyse de données

Les données obtenues au cours de ces différentes collectes ont été traitées avec le logiciel Excel de Microsoft office 2016. Toutes les analyses sont réalisées en utilisant le logiciel R. version 4.2.2. (R Development Core Team, 2022).

5.1. Caractérisation de la communauté

Afin de caractériser la communauté odontofaune de la région de Kabylie, plusieurs indices de composition : Diversité alpha (Richesse spécifique), abondance, abondance relative, fréquence d'occurrence et le rang abondance ont été calculé. La structure et l'organisation des assemblages du peuplement ont été évalués avec l'indice de diversité de Shannon (H'), l'indice de simpson (D) et l'indice d'équitabilité (E). Afin de démontrer les dissimilarités entre les deux écosystèmes lotiques et lentiques, nous avons calculé la diversité Béta qui est représentée par l'indice de de Jaccard (D) et appuyé avec une analyse multivariée non métrique (NMDS). Pour estimer l'effort d'échantillonnage effectué durant la période d'échantillonnage, nous avons opté pour le calcul des tests non paramétriques représentés par Chao1 et Chao2, Jackknife 1 et Jackknife 2. Une classification ascendante et hiérarchique est effectuée pour démontrer les affinités entre les espèces. Enfin cette dernière est soutenue par une analyse des correspondances factorielles pour comprendre les relations entre les paramètres abiotiques et la distribution de notre faune. L'effet du couvert végétal est aussi représenté par des boîtes à moustaches et appuyé par un test statistique GLM, ainsi nous avons étudié l'effet de l'altitude en utilisant des régressions linéaires.

❖ Richesse spécifique

Ramade (2003) décrit la richesse totale comme étant le nombre d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné. Dans notre étude, la richesse totale est le nombre total d'espèces recensées dans la Kabylie dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

❖ Abondance relative

Quantité relative ou nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes espèces confondues (Dajoz, 2006).

$$AR (\%) = \frac{n_i}{N} * 100$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i .

N : nombre total d'individus toutes espèces confondues.

❖ Rang abondance

Cette courbe est la méthode la plus simple pour analyser les schémas de diversité (Kindt et Coe, 2005). Afin d'évaluer l'abondance et la diversité d'odonate dans les deux écosystèmes lotiques et lenticques, deux courbes rang-abondance ont été tracées. Pour se faire, le nombre total de chaque espèce est calculé (pour les deux milieux). Ensuite, les espèces sont classées de la plus abondante à la moins abondante. Enfin, un graphique est construit avec le numéro de rang sur l'axe horizontal, et l'abondance sur l'axe vertical.

❖ Fréquence occurrente

La fréquence centésimale est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (Dajoz, 1971).

P_i : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : nombre total des relevés effectués

$$F_o (\%) = P_i/P \times 100$$

Dajoz (1971), distinguent cinq catégories d'espèces selon leur constance :

- Une espèce est omniprésente si $C = 100 \%$
- Une espèce est constante si $75 \% \leq C \leq 100 \%$
- Une espèce est régulière si $50 \% \leq C \leq 74 \%$
- Une espèce est accessoire si $25 \% \leq C \leq 50 \%$
- Une espèce est accidentelle si $5 \% \leq C \leq 25 \%$
- Une espèce est rare si $C \leq 4 \%$

5.2. Organisation et structure de la population

❖ Indice de diversité Shannon

La complexité d'une diversité d'un peuplement peut être caractérisée par l'indice de Shannon et Weaver qui a pour formule :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = n_i / N$$

n_i : Le nombre des individus de l'espèce i

N : Le nombre total des individus de toutes les espèces

Cet indice fournit des informations sur la diversité de chaque environnement considéré. L'indice de diversité de Shannon varie en fonction du nombre d'espèces présentes et l'abondance de chacune d'entre elles (Barbault, 2008).

Cet indice est exprimé en bits.

❖ **Indice d'équirépartition**

Pour mieux discuter l'indice de Shannon, il s'accompagne souvent de l'indice d'équitabilité de Piélou (J).

Blondel (1979) décrit l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E) comme étant le rapport entre la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale (H' max) qui est représentée par le log2 de la richesse totale (S), sa formule est :

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

$$H' \text{ max} = \text{Log } 2 S$$

L'indice d'équitabilité **E** varie de 0 à 1

E tend vers 0 \longrightarrow Dominance d'une des espèces

E tend vers 1 \longrightarrow Equirépartition des individus dans les espèces (Espèces ont la même abondance).

❖ **Indice de Simpson (D)**

Proposé par le statisticien Edward H. Simpson, fréquemment employé en écologie, il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard, appartiennent à la même espèce (Magurran, 2004). Il est donné par la formule :

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N(N-1)$$

Ni : le nombre d'individus de l'espèce donnée

N : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues

D tend vers 0 \longrightarrow Maximum de diversité

D tend vers 1 \longrightarrow Minimum de diversité.

❖ Indice de Jaccard

Il existe plusieurs indices pour déceler des similarités dans la composition en espèce entre les échantillons ou les sites. L'indice de Jaccard permet une comparaison entre deux sites, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé (Olden et Rooney, 2006).

Dans notre cas, nous l'avons utilisé pour déceler la similarité entre les deux écosystèmes (eaux courantes et eaux stagnantes).

$$I = N_c / (N_1 + N_2 - N_c)$$

Il a pour formule :

N_c : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2

N₁ et N₂ : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2

Cet indice I varie de 0 à 1

Si l'indice I augmente \longrightarrow conditions environnementales similaires entre les habitats (Diversité faible)

Si l'indice I diminue \longrightarrow dissimilitude entre les habitats.

5.3. Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Les analyses statistiques effectuées dans le présent travail ont été appuyées avec le logiciel, R, version 4.2.2. Afin d'estimer la diversité et l'écologie des communautés odonatofaune dans la région de Kabylie, des estimateurs non paramétriques ont été calculés. Une classification ascendante et hiérarchique (CAH) est réalisée, les résultats ont été appuyés par une analyse des composantes factorielles (AFC).

5.3.1. Estimateurs non paramétriques

❖ Estimateurs chao 1 et chao 2

Ces estimateurs sont basés sur le concept de raréfaction des espèces en prenant en considération leur occurrence dans les relevés. Ils utilisent les uniques et les duplicques pour estimer le nombre d'espèces disparues (Chao, 2005).

L'estimateur à pour formule :

$$S_{\text{chao1}} = D + (f_1/2f_2)$$

D : Le nombre d'espèces différentes observé

f_n : Le nombre d'espèces observées deux fois

Si aucune espèce n'est observée deux fois, l'estimateur est remplacé par

$$S_{\text{chao 2}} = D + [f_1(f_1-1) / 2]$$

❖ Estimateur Jackknife1 et Jackknife2

Burnham et Overton (1979) ont utilisé, pour obtenir des estimateurs du nombre d'espèces, appelés Jackknife à l'ordre j , prenant en compte les valeurs de f_1 à f_j . Les estimateurs du premier et du deuxième ordre sont les seuls utilisés en pratique.

L'estimateur du premier ordre utilisé a pour forme :

$$S_{\text{jackknife1}} = D + (n-1) f_1/n$$

$$S_{\text{jackknife2}} = D + (2n-3) f_1/n - (n-2)^2 f_2 / (n(n-1))$$

5.4. Classification ascendante et hiérarchique (CAH)

La CAH est l'une des méthodes de regroupement les plus populaires, c'est une méthode de classification itérative dont le principe est simple. Cette classification permet une collection de groupes d'observations (Kos et Psenicka, 2000).

Dans notre cas, nous l'avons utilisé afin de comprendre mieux les groupes d'espèces qui ont des affinités proches qui existent entre elles et avec les stations.

5.5. Analyse des correspondances factorielles

C'est une technique qui vise à présenter de manière synthétique et graphiquement les informations contenues dans les grands tableaux croisés. L'objectif est d'une part, identifier les

similitudes et différences entre les profils lignes (entre les profils colonnes), d'autre part de mettre en évidence les attractions / répulsions entre les modalités lignes et colonnes. Elle s'applique principalement aux tableaux de contingence. (Carricano et *al.*, 2010).

Dans notre cas, les espèces recensées des différentes stations d'études combinées aux paramètres environnementaux ont été soumises à une analyse des correspondances factorielles.

Le choix de cette analyse se justifie par le fait que les variables étudiées ne sont pas quantitatives continues.

5.6. Modèle linéaire généralisé (GLM)

Les modèles de distribution d'espèces sont basés sur la théorie de la niche écologique, définit comme l'ensemble des facteurs biotiques et abiotiques nécessaires à l'établissement et au développement d'une espèce dans un lieu donné (Hirzel et Le Lay, 2008).

Le GLM s'agit d'un modèle linéaire plus souple que le modèle linéaire "traditionnel", qui va être utile lorsque la variable à expliquer n'est pas une variable quantitative continue (Guisan et *al.*, 2002).

Les GLM (modèles linéaires généralisés), sont des approches statistiques qui doivent être employées lorsque la variable à analyser résulte d'un processus de comptage, comme c'est le cas de notre étude (comptage de nombre d'individus de chaque espèce et de chaque station).

Les données de type comptage ne sont pas distribuées selon une loi Normale, mais selon une loi de Poisson.

La fonction `glm ()` est utilisée dans R, avec la syntaxe générale : `glm (formula, family=family type(link=linkfunction), data= dataset)`.

Où :

Formula : est la formule classique pour écrire le modèle à estimer (de type : $y \sim x_1 + x_2 + \dots$) où y est la variable à expliquer et x_1, x_2 , sont les variables explicatives.

Family : représente la distribution du terme d'erreur.

Link : la forme de la fonction lien spécifiée.

5.7. Modèles non linéaires

La régression non linéaire est une méthode permettant de déterminer un modèle non linéaire de relation entre la variable dépendante et un groupe de variables indépendantes (Coifman et Meyer, 1978). Dans notre cas, nous l'avons utilisé pour vérifier la relation existante entre l'altitude et la richesse spécifique ensuite l'altitude et l'abondance des espèces recensées.

5.8. Analyse non métrique multidimensionnelle (NMDS)

Le NMDS tente de représenter, aussi fidèlement que possible, la dissemblance par paires entre les objets dans un espace de faible dimension. Tout coefficient de dissemblance ou mesure de distance peut être utilisé pour construire la matrice de distance utilisée comme entrée (Borcard et *al.*, 2011). Nous avons opté pour cette analyse pour démontrer les dissemblances existantes entre les deux écosystèmes étudiés.

Résultats et discussion

I. Résultats

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats relatifs à l'inventaire globale des odonates dans la région de Kabylie, dans les deux écosystèmes lotique et lentiques investigués, la bio-écologie des taxa collectés avec des descriptions détaillées des espèces rares et nouvelles, le statut, la phénologie et la distribution géographique des spécimens collectés, durant les trois années d'étude (2019, 2020 et 2021) dans la région de Kabylie (Tizi-Ouzou), ensuite nous allons :

- Donner la richesse spécifique et abondance par site avec les indices biologiques.
- Compréhension des facteurs qui régissent ces variables (richesse, abondance et indices) particulièrement l'altitude.
- Caractérisation environnementale (décrire les conditions existantes, et liées ces conditions avec les relevées biologiques).

1. Diversité odonatologique globale

Les résultats de l'inventaire global de la faune odonatologique des deux écosystèmes lotiques et lentiques de la région de Kabylie, durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 sont illustrés ci-dessous (Tab.9).

Tableau 9. Liste globale des espèces d'odonates inventoriées durant les trois années d'études (2019, 2020 et 2021) dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques dans la région de Kabylie (Tizi-Ouzou)

Sous ordres	Familles	Genres	Espèces
Anisoptera	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	<i>Aeshna affinis</i> (Vander Linden, 1820) <i>Aeshna cyanea</i> (Muller, 1764) <i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805) <i>Aeshna isocetes</i> (O. F. Müller, 1767)
		<i>Anax</i>	<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815) <i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)
		<i>Boyeria</i>	<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)
		<i>Hemianax</i>	<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)
	Libellulidae	<i>Brachythemis</i>	<i>Brachythemis impartita</i> (Burmeister, 1839)
		<i>Crocothemis</i>	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)
		<i>Diplacodes</i>	<i>Diplacodes lefebvrei</i> (Rambur, 1842)
		<i>Orthetrum</i>	<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linne, 1758) <i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839) <i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798) <i>Orthetrum trinacria</i> (Sélys, 1841) <i>Orthetrum nitidinerve</i> (Sélys, 1841)
		<i>Sympetrum</i>	<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840) <i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841)

		<i>Trithemis</i>	<i>Sympetrum sanguineum</i> (Muller, 1764) <i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840) <i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1805)
	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i> <i>Gomphus</i>	<i>Onychogomphus uncatatus</i> (Charpentier, 1840) <i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linné ,1758) <i>Onychogomphus costae</i> (Selys, 1885) <i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1849)
Zygoptera	Lestidae	<i>Lestes</i>	<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)) <i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798) <i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)
		<i>Sympecma</i>	<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)
	Platycnemidaes	<i>Platycnemis</i>	<i>Platycnemis subdilatata</i> (Selys, 1849)
	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	<i>Calopteryx haemorrhoidalis haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)
Coenagrionidae	<i>Ceriagrion</i> <i>Coenagrion</i>	<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789) <i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840) <i>Coenagrion puella kocheri</i> (Linné,1758) <i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842) <i>Coenagrion caeruleum</i> (Fonscolombe, 1838)	
	<i>Erythromma</i>	<i>Erythromma lindenii</i> (Sélys, 1840) <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier,1840)	
	<i>Enallagma</i>	<i>Enallagma deserti</i> (Sélys, 1871)	
	<i>Ischnura</i>	<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	
	<i>Pyrrhosoma</i>	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer,1776)*	

* : Espèce nouvelle pour l'Algérie

L'analyse de la faune odonatologique de la région de Kabylie dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques des trois années d'étude (2019, 2020 et 2021) a permis de dresser une liste de 41 espèces, appartenant aux deux sous ordres Anisoptères et Zygoptères, réparties en 7 Familles et 22 genres.

Les familles des Libellulidae et Coenagrionidae sont les plus abondantes avec 30.23%, et 25.58% successivement. En revanche les deux familles Platycnemidae et Calopterygidae sont celles qui présentent des pourcentages faibles de 4.65 et 2.32 successivement.

Cette étude nous a aussi permis de recenser une nouvelle espèce pour l'Algérie, *Pyrrhosoma nymphula*, ce qui augmente le nombre total de la liste algérienne à 64 taxa.

1.1.Rang abondance globale des espèces recensées

Le rang abondance des espèces recensées durant toute la période d'étude est effectuée (Fig.36). Il a une forme hyperbolique, ce qui montre une forte inégalité entre l'abondance des espèces. Les espèces les plus abondantes (Plus de 30) sont très peu nombreuses alors que les espèces rares sont très nombreuses.

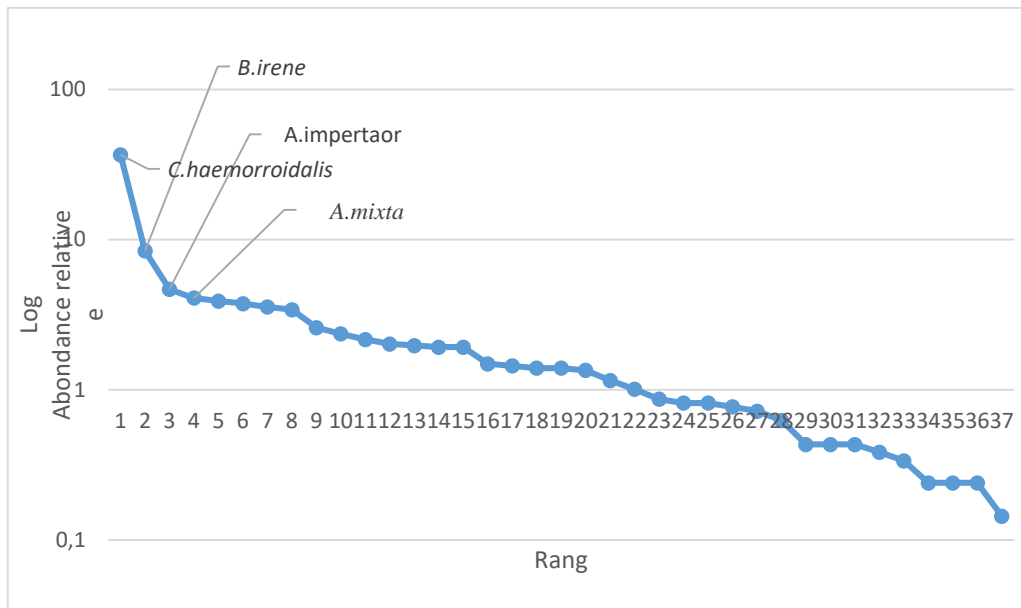


Figure 36. Rang abondance en log des espèces recensées dans la région durant la période d'étude

L'analyse globale de notre faune odonatologique montre que l'espèce *Calopteryx haemorroidalis* est la plus abondante dans la région suivis de *Boyeria irene*, *Anax imperator* et *Aeshna mixta* viennent en troisième et quatrième position successivement.

1.2.Fréquence d'occurrence des espèces recensées

La constance des espèces recensées durant la période d'étude est indiquée ci-dessous (Tab.10).

Tableau 10. Fréquence d'occurrence en pourcentage des espèces recensées durant la période de suivis

Espèces	FO %	Catégorie
<i>Aeshna cyanea</i>	50	Régulière
<i>Aeshna mixta</i>	62,5	Régulière
<i>Anax imperator</i>	62,5	Régulière
<i>Anax parthenope</i>	37,5	Accessoire
<i>Aeshna affinis</i>	18,75	Accidentelle
<i>Boyeria irene</i>	37,5	Accessoire
<i>Brachythemis impartita</i>	37,5	Accessoire
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	68,75	Régulière
<i>Ceragrion tenellum</i>	18,75	Accidentelle
<i>Chalcolestes viridis</i>	43,75	Accessoire
<i>Coenagrion caeruleum</i>	25	Accidentelle
<i>Coenagrion lindenii</i>	68,75	Régulière
<i>Coenagrion mercuriale</i>	31,25	Accessoire
<i>Coenagrion puella</i>	31,25	Accessoire
<i>Coenagrion scitulum</i>	43,75	Accessoire
<i>Crocothemis erythraea</i>	56,25	Régulière
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	12,5	Accidentelle
<i>Enallagma desertii</i>	31,25	Accessoire
<i>Hemianax ephippiger</i>	43,75	Accessoire
<i>Ischnura graellsii</i>	56,25	Régulière
<i>Lestes virens</i>	18,75	Accidentelle
<i>Onychogomphus uncatulus</i>	43,75	Accessoire
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	31,25	Accessoire
<i>Orthetrum cancellatum</i>	37,5	Accessoire
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	25	Accidentelle
<i>Orthetrum coerulescens</i>	50	Régulière
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	31,25	Accessoire
<i>Orthetrum trinacria</i>	43,75	Accessoire
<i>Platycnemis subdilatata</i>	12,5	Accidentelle
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	12,5	Accidentelle
<i>Sympecma fusca</i>	56,25	Régulière
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	43,75	Accessoire
<i>Sympetrum meridionale</i>	37,5	Accessoire
<i>Sympetrum sanguineum</i>	18,75	Accidentelle
<i>Sympetrum striolatum</i>	50	Régulière
<i>Trithemis annulata</i>	37,5	Accessoire

L'analyse globale de notre faune odonatologique montre la présence de trois catégories (Fig.37). La majorité de nos espèces sont accessoires avec une fréquence de 47%, 28% des espèces recensées sont régulières et 25% sont accidentelle.

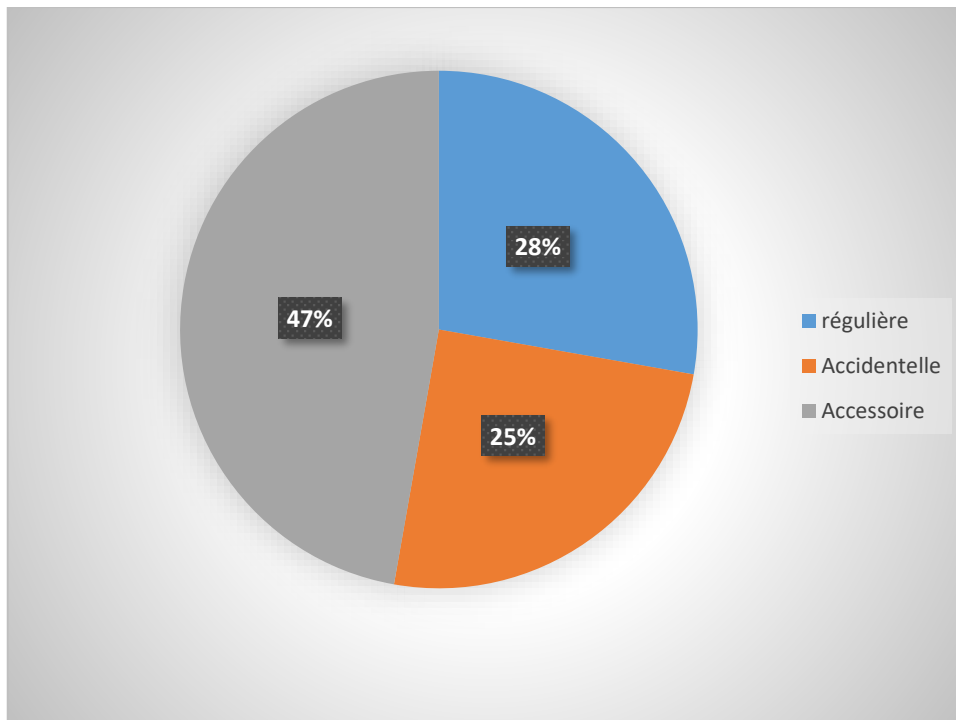


Figure 37. Fréquence d'occurrence des espèces recensées durant la période d'étude

1.3.Diversité annuelle

Les résultats de l'inventaire des odonates recensées durant les trois années sont détaillés ci-dessous (Tab.11).

Tableau 11. Liste des espèces d'odonates inventoriées sur les trois années dans les deux écosystèmes lotiques et lenticues dans la région de Kabylie

Espèces recensées	2019	2020	2021
<i>Aeshna mixta</i>	+	+	+
<i>Anax imperator</i>	+	+	+
<i>Anax parthenope</i>	+	+	+
<i>Aeshna affinis</i>	+	-	+
<i>Aeshna cyanea</i>	-	+	+
<i>Aeshna isocetes</i>	-	+	-
<i>Boyeria irene</i>	+	+	+
<i>Brachythemis impartita</i>	+	+	+

<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	+	+	+
<i>Ceriagrion tenellum</i>	+	+	+
<i>Chalcolestes viridis</i>	+	+	+
<i>Coenagrion caerulescens</i>	+	+	+
<i>Coenagrion mercuriale</i>	+	+	+
<i>Coenagrion puella</i>	-	-	+
<i>Coenagrion scitulum</i>	-	+	+
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	+
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	-	-	+
<i>Enallagma deserti</i>	+	+	+
<i>Enallagma viridulum</i>	-	+	-
<i>Erythromma lindenii</i>	+	+	+
<i>Gomphus lucasii</i>	-	-	+
<i>Hemianax ephippiger</i>	+	+	+
<i>Ischnura graellsii</i>	+	+	+
<i>Lestes virens</i>	-	+	+
<i>Lestes barbarus</i>	-	+	-
<i>Onychogomphus costae</i>	-	-	+
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	+	+
<i>Onychogomphus uncatatus</i>	+	+	+
<i>Orthetrum cancellatum</i>	+	+	+
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	+	+
<i>Orthetrum caerulescens</i>	+	+	+
<i>Orthetrum nitidinode</i>	+	+	+
<i>Orthetrum trinacria</i>	+	+	+
<i>Platycnemis subdilatata</i>	+	+	+
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	-	+
<i>Sympecma fusca</i>	+	+	+
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	-	+	+
<i>Sympetrum meridionale</i>	-	+	+
<i>Sympetrum sanguineum</i>	-	+	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	+	+	+
<i>Trithemis annulata</i>	-	+	+
Total = 41	26	37	41

+ : Espèce recensée

- : Espèces non recensée

L'analyse de l'assemblage odonatologique recensée dans la région de Kabylie pendant les trois années d'études montre que l'évolution de la richesse spécifique d'une année à une autre. Sur les 41 espèces recensées, 26 ont été dénombrées durant l'année 2019, 11 autres sont nouvelles

pour l'année 2020 (Tab.11). L'année 2021 a fait objet de recensement de 6 autres espèces. En effet, l'effort de l'échantillonnage est exprimé et le suivi pendant toutes les saisons de l'année nous a permis de collecter les espèces précoces et tardives.

1.4. Diversité écosystémique

L'analyse du cortège odonatologique montre une différence de richesse entre les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Le tableau 12 montre la présence-absence des espèces dans les deux écosystèmes.

Les eaux stagnantes semblent être plus diversifiées (31 espèces) par rapport aux eaux courantes (30 espèces).

La diversité bêta est calculée à l'aide de l'indice de Jaccard, celui-ci a pour donné :

$$I = 0.45$$

Es (Espèces eaux stagnantes) = 34

Ec (Espèces eaux courantes) = 28

Es \cap **Ec** = 16

L'indice de Jaccard tend vers 0, cela signifie que les deux écosystèmes présentent des dissimilitudes.

Tableau 12 : Liste d'espèces inventoriées avec leur présence absence dans les deux écosystèmes lotique et lentique

Espèces	Lotique	Lentique
<i>Aeshna affinis</i> (Vander Linden, 1820)	-	+
<i>Aeshna cyanea</i> (Muller, 1764)	+	-
<i>Aeshna isocetes</i> (O.F. Müller, 1767)	+	-
<i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)	+	+
<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	-	+
<i>Anax parthenpe</i> (Selys, 1839)	-	+
<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)	+	-
<i>Brachythemis impartita</i> (Burmeister, 1839)	-	+
<i>Calopteryx haemorroidalis</i> (Vander Linden, 1825)	+	+
<i>Ceriagrion tenellum</i> (villers, 1789)	+	+
<i>Coenagrion caerulescens</i> (Fonscolombe, 1838)	+	+
<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	-	+
<i>Coenagrion puella</i> (Linné, 1758)	-	+
<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	+	+
<i>Coenagrion chrysostigma</i>	+	+
<i>Crocothemis erythrae</i> (Brullé, 1832)	+	+
<i>Diplacodes lefebvrei</i> (Rambur, 1842)	-	+
<i>Enallagma desertii</i> (Sélys, 1871)	+	+
<i>Erythromma lindenii</i> (Sélys, 1840)	+	+
<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	+	-
<i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1849)	+	-
<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	-	+
<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	+	+
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)	-	+
<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	-	+
<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	+	-
<i>Onychogomphus costae</i> (Selys, 1885)	+	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linné, 1758)	+	-
<i>Onychogomphus uncatatus</i> (Charpentier, 1840)	+	-
<i>Orthetrum caerulescens</i> (Fabricius, 1798)	+	+
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linne, 1758)	+	+
<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)	-	+
<i>Orthetrum trinacria</i> (Sélys, 1841)	-	+
<i>Otheterum nitidinerve</i> (Sélys, 1841)	-	+
<i>Platycnemis subdilatata</i> (Selys, 1849)	+	+
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	+	-
<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	-	+
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840)	+	+
<i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841)	+	+
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Muller, 1764)	-	+
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	+	+
<i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1805)	+	+

(+) : Présence, (-) : Absence.

1.5. Rang abondance des espèces recensées dans les deux écosystèmes

D'un point de vue quantitatif, l'abondance relative (AR) des libellules varie entre les deux écosystèmes lotiques et lenticques en fonction du rang de l'espèce.

Cette série de diagrammes montre que *Coenagrion lindenii* est l'espèce la plus abondante dans l'écosystème lenticque suivis de l'espèce *Ischnura graellsii*, et *Crocothemis erythraea* occupant respectivement la deuxième et troisième position.

Les espèces *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Boyeria irene*, *Anax imperator* sont les plus abondantes dans l'écosystème lotique où *Calopteryx haemorrhoidalis* occupe la première position (Fig.38).

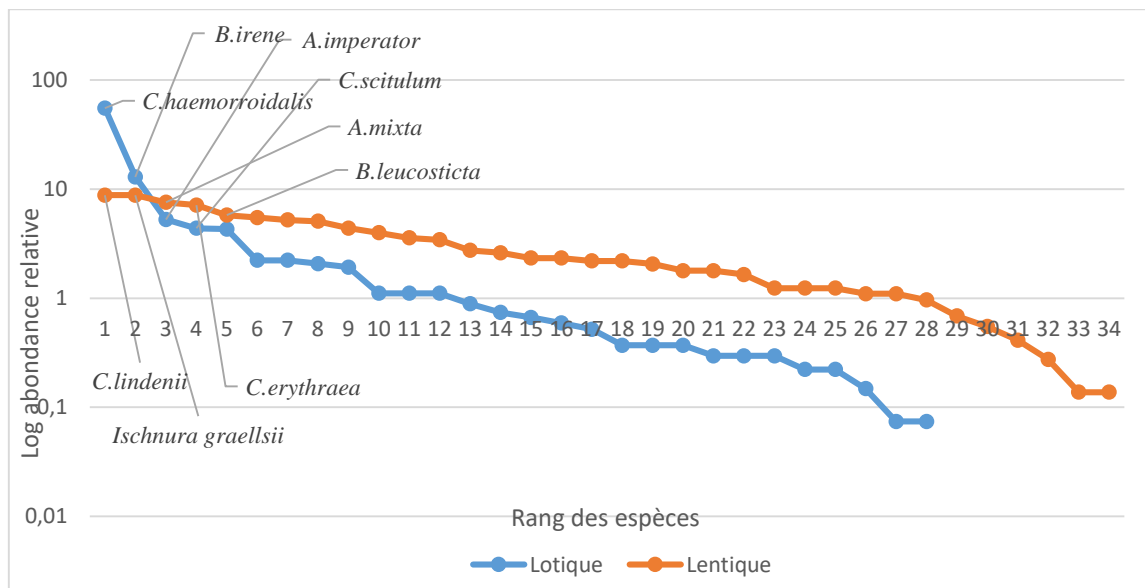


Figure 38. Courbe de Rang abondance en log des espèces recensées dans les deux écosystèmes

1.6. Constance des espèces recensées dans les deux écosystèmes

Les fréquences d'occurrences calculées pour les espèces des deux écosystèmes étudiés sont consignées dans le tableau 13.

Trois classes de constance ont été obtenues pour les deux écosystèmes.

Tableau 13. Fréquences d'occurrences des espèces des deux écosystèmes lotiques et lentiques

Espèces	Ecosystème lotique		Ecosystème lentique	
	FO (%)	Catégorie	FO (%)	Catégorie
<i>Aeshna affinis</i>	6,25	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Aeshna cyanea</i>	6,25	Accidentelle	6,25	Accidentelle
<i>Aeshna mixta</i>	37,5	Accessoire	25	Accidentelle
<i>Aeshna isoceles</i>	6,25	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Anax imperator</i>	18,75	Accidentelle	43,75	Accessoire
<i>Anax parthenope</i>	6,25	Accidentelle	25	Accidentelle
<i>Boyeria irene</i>	43,75	Accessoire	0	Absente
<i>Brachythemis impartita</i>	0	Absente	25	Accidentelle
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	43,75	Accessoire	12,5	Accidentelle
<i>Ceriagrion tenellum</i>	12,5	Accidentelle	6,25	Accidentelle
<i>Chalcolestes viridis</i>	31,25	Accessoire	18,75	Accidentelle
<i>Erythromma lindenii</i>	31,25	Accessoire	43,75	Accessoire
<i>Coenagrion caerulescens</i>	6,25	Accidentelle	18,75	Accidentelle
<i>Coenagrion mercuriale</i>	6,25	Accidentelle	25	Accidentelle
<i>Coenagrion puella</i>	0	Absente	31,25	Accessoire
<i>Coenagrion scitulum</i>	6,25	Accidentelle	37,5	Accessoire
<i>Crocothemis erythraea</i>	6,25	Accidentelle	43,75	Accessoire
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	0	Absente	6,25	Accidentelle
<i>Enallagma deserti</i>	6,25	Accidentelle	25	Accidentelle
<i>Hemianax ephippiger</i>	0	Absente	43,75	Accessoire
<i>Ischnura graellsii</i>	6,25	Accidentelle	50	régulière
<i>Lestes virens</i>	0	Absente	25	Accidentelle
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	18,75	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Onychogomphus uncatus</i>	37,5	Accessoire	6,25	Accidentelle
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	18,75	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Orthetrum cancellatum</i>	12,5	Accidentelle	25	Accidentelle
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	0	Absente	18,75	Accidentelle
<i>Orthetrum caerulescens</i>	12,5	Accidentelle	31,25	Accessoire
<i>Orthetrum trinacria</i>	6,25	Accidentelle	31,25	Accessoire
<i>Platycnemis subdilatata</i>	6,25	Accidentelle	6,25	Accidentelle
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	6,25	Accidentelle	0	Absente
<i>Sympetma fusca</i>	12,5	Accidentelle	43,75	Accessoire
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0	Absente	37,5	Accessoire
<i>Sympetrum meridionale</i>	12,5	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Sympetrum sanguineum</i>	0	Absente	18,75	Accidentelle
<i>Sympetrum striolatum</i>	6,25	Accidentelle	37,5	Accessoire
<i>Trithemis annulata</i>	6,25	Accidentelle	25	Accidentelle

L'analyse du cortège odonatologique par écosystème (lotique et lentique) indique la présence de deux classes de constance. L'écosystème lotique est représenté pour la majorité par des espèces accidentelles avec 79% et 21% seulement d'espèces accessoires, contrairement à l'écosystème lentique où cette classe est représentée majoritairement avec 68%, suivis de la classe accidentelle qui représente 32% (Fig.39).

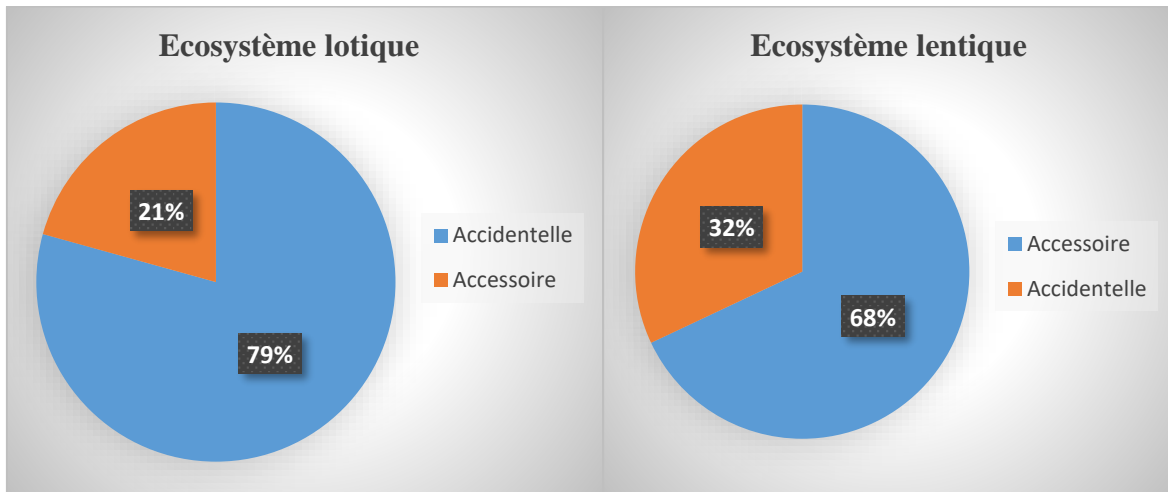


Figure 39. Fréquence d'occurrence du cortège odonatologique des deux écosystèmes

1.7. Analyse comparative entre les deux écosystèmes

Afin de démontrer les dissimilitudes existantes entre les deux écosystèmes lotiques et lentiques, une analyse multivariée non métrique (NMDS) est appliquée (Fig.40).

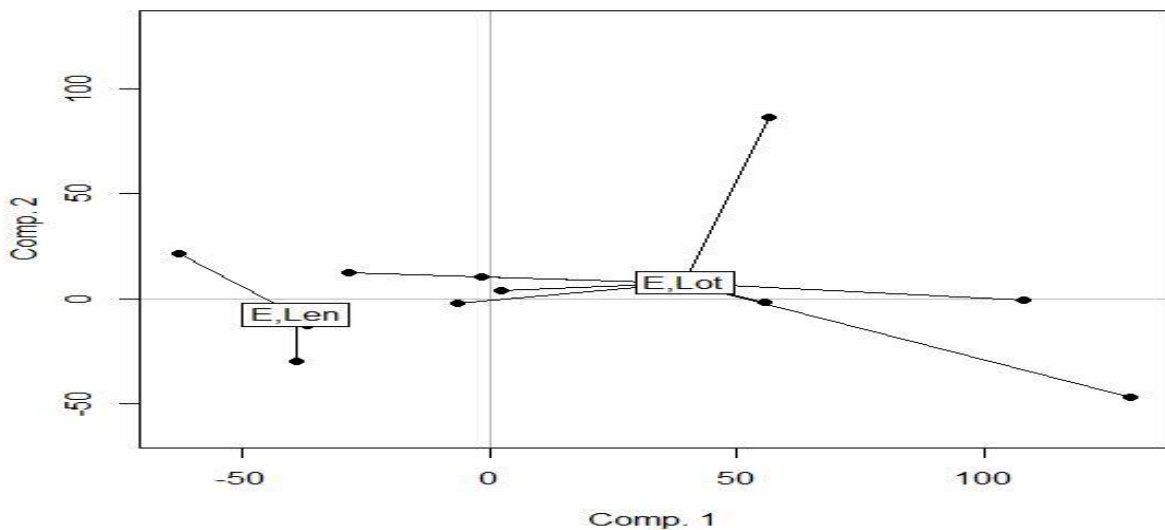


Figure 40. Ordination des assemblages d'odonates par échelle multidimensionnelle non métrique (NMDS)

Les résultats obtenus avec le NMDS montrent que les espèces de l'écosystème lotique sont très isolées de l'écosystème lentique.

2. Estimation de la richesse

Afin d'estimer la richesse odonatologique de la région, nous avons appliqué des tests non paramétriques. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 41 et le tableau 14.

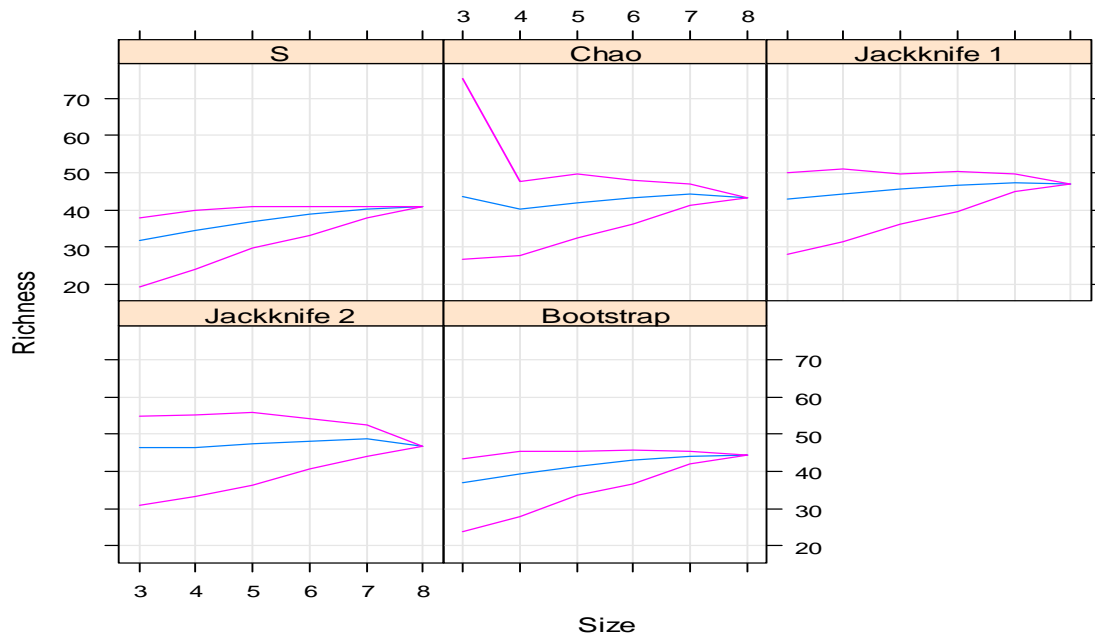


Figure 41. Courbes d'accumulation des espèces avec les tests non paramétriques.

Les indices de Chao, Jackknife1 et Bootstrap prévoient des richesses spécifiques supérieures par rapport à la richesse obtenue durant la période d'étude.

Tableau 14. Estimation de la richesse

Richesse	Chao	Jack1	Boot
41	43.38 ± 2,50	47,12 ± 3,75	44,44 ± 3,13

Les valeurs estimées sont plus au moins proche de la richesse observé (S= 41). Les tests non paramétriques prévoient encore au moins 6 espèces à recensées encore ; soient Chao 43.38 ±2.50 ; jacknif1 47.12 ± 3.75 et bootstrap 44.44 ±3.13.

3. Bio - écologie du peuplement odonatologique

3.1. Dynamique temporelle des espèces (phénologie)

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements périodiques (annuels le plus souvent) dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat.

Le suivi annuel de la faune odonatologique durant la période d'étude a permis de comprendre la dynamique saisonnière de l'émergence des espèces.

Le tableau 14 illustre la phénologie annuelle des espèces adulte inventoriées durant la période d'étude dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Tableau 15. Périodes de vol des odonates adultes de la région de Kabylie (Période d'étude).

Saisons Espèces	Printemps			Eté			Automne			Hiver		
	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.
<i>Aeshna mixta</i>												
<i>Anax imperator</i>												
<i>Anax parthenope</i>												
<i>Aeshna affinis</i>												
<i>Aeshna isoceles</i>												
<i>Aeshna cyanea</i>												
<i>Boyeria irene</i>												
<i>Brachythemis impartita</i>												
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>												
<i>Ceriagrion tenellum</i>												
<i>Erythromma lindenii</i>												
<i>Coenagrion mercuriale</i>												
<i>Coenagrion puella</i>												
<i>Coenagrion caeruleum</i>												
<i>Coenagrion scitulum</i>												
<i>Crocothemis erythraea</i>												
<i>Diplacodes lefebvrei</i>												
<i>Enallagma deserti</i>												
<i>Enallagma viridulum</i>												
<i>Hemianax ephippiger</i>												
<i>Ischnura graellsii</i>												

<i>Lestes barbarus</i>													
<i>Chalcolestes viridis</i>													
<i>Orthetrum cancellatum</i>													
<i>Orthetrum chrysostigma</i>													
<i>Orthetrum coerulescens</i>													
<i>Orthetrum nitidinode</i>													
<i>Orthetrum trinacria</i>													
<i>Sympecma fusca</i>													
<i>Sympetrum fonscolombii</i>													
<i>Sympetrum meridionale</i>													
<i>Sympetrum sanguinum</i>													
<i>Sympetrum striolatum</i>													
<i>Trithemis annulata</i>													
<i>Onychogomphus forcipatus</i>													
<i>Onychogomphus uncatatus</i>													
<i>Onychogomphus costae</i>													
<i>Gomphus lucasii</i>													
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>													
<i>Platynemesis subdilata</i>													

Le suivi annuel des odonates dans la région a montré que la majorité des espèces ont commencé à émerger à partir du mois de Mai à l'exception de quelques espèces telles que les espèces *Sympecma fusca*, *Sympetrum sanguineum*, *Ishnura graellsii*, *Hemianax ephippiger* qui représentent les espèces précoces ou printanières.

La période de vol propice aux espèces d'odonates est dictée par le tableau, elle est comprise entre le mois de Mai et le mois d'octobre, qui représentent deux saisons, l'été et l'automne. La présence d'imagos sur terrain diminue progressivement dès Octobre ce qui marque la fin de la saison odonatologique.

3.2. Description générales, statut, phénologie et biogéographie des taxa collectés

Le statut des espèces collectées a été tiré des listes rouges méditerranéennes et Nord-Africaines de l'UICN (Riservato et al., 2009 ; Samraoui et al., 2010). Une description détaillée de chaque espèce, son habitat de vie enregistré, la période de vol et la répartition géographique seront documentées ci-dessous.

Sous -Ordre : ZYGOPTERA

CALOPTERYGIDAES



Figure 42. *Calopteryx haemorrhoidalis* (Van Der Linden, 1825) (Ait Taleb, 2022)

Le mâle des Calopteryx est plus sombre et terne par rapport aux femelles qui ont une couleur vert bronze avec une tache blanche sur le Ptérostigma.

Statut UICN : LC (Préoccupation mineur)

Phénologie : La période de vol s'étale de Mai à Octobre.

Habitat : L'espèce préfère les milieux semi ombragé a ouvert, des ruisseaux à faible débit, enregistré dans des altitudes qui oscillent entre 350m à 1500m. recensé dans plusieurs sites d'étude.

L'autochtonie de l'espèce est confirmée dans tous les sites d'échantillonnages avec la présence de larves et exuvie.

Distribution : Espèce ouest-méditerranéenne, avec un prolongement sur la façade atlantique de l'Europe (Jacquemin et Boudot, 1999).

LESTIDAES



Figure 43. *Chalcolestes viridis* (Vander Linden, 1825), (Ait Taleb, 2022)

Le leste vert, est une espèce de petites libellules de la famille des Lestidae, originaire d'Eurasie. Il montre une couleur vert métallique et tient ses ailes écartées de l'abdomen.

Statut UICN : LC

Phénologie : La période de vol s'étale du mois d'Août au mois d'Octobre. Il se reconnaît facilement grâce à sa couleur verte métallique,

Habitat : c'est une espèce d'eau lotique, semble aimer les altitudes. L'autochtonie de l'espèce n'est pas confirmée sur les sites d'échantillonnage.

Distribution : Espèce ouest-paléarctique, répandue dans tout le centre, l'Ouest et le Sud de l'Europe et en Afrique du Nord (Jacquemin et Boudot 1999) in (el haissoufi et *al.*, 2008).



Figure 44. *Lestes virens* (Charpentier, 1825) (INPN, 2022)

Le Leste verdoyant (*Lestes virens*) a l'arrière de la tête jaune. Les ptérostigmas sont brun clair bordés de nervures blanchâtres. Le blanc des nervures peut s'étendre un peu, notamment dans le sud. Les bandes antéhumérales sont fines, mais peuvent être plus épaisses dans le sud.

Le mâle est de couleur verte avec de la pruinosité bleue sur les segments 9 et 10.

La femelle est verte à cuivrée

Statut UICN : LC

Phénologie : Sa période de vol consiste les trois mois d'août, septembre et octobre

Habitat : Espèce d'eaux stagnantes et courantes, saisonnières ou permanentes. En Kabylie, nous l'avons recensée dans les eaux lenticques, dotée d'une couleur jaune à l'arrière de la tête et bicolore au niveau des yeux avec un ptérostigma brun-clairs encadrés par deux bordures blanchâtres.

Distribution : Espèce eurasiatique, on trouve le Leste verdoyant depuis le nord du Maroc, de l'Algérie, de la Tunisie et en Europe, de l'Espagne au sud de la Suède, à la Russie et à la Turquie.



Figure 45. *Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820) (INPN, 2022)

Cette espèce de la famille des Lestidae est caractérisée par la couleur générale du corps brun. Le ptérostigma des ailes antérieures est beaucoup plus proche de l'extrémité libre que celui des ailes postérieures. Au repos, les ailes sont tenues fermées et serrées le long de l'abdomen, sur le dos. Les taches sur l'abdomen ont des formes de torpilles.

Statut UICN : LC

Cette brunette hivernale, est la première espèce à trouver sur les sites d'échantillonnage.

Phénologie : La période de vol débute à partir du mois de Février.

Habitat : Espèce peu abondante, présente dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Distribution : Présente en Europe centrale et du sud et atteint l'Asie centrale.

PLATYCNEMIDAE



Figure 46. *Platycnemis subdilatata* (Sélys, 1849), (Ait Taleb, 2022)

Morphologiquement, les adultes de l'espèce ressemblent à ceux de l'espèce Européenne *P. pennipes*, particulièrement dans la distribution de la couleur noire sur l'abdomen et les pattes mais les tibias de *P. subdilatata* sont beaucoup plus fins et les appendices anaux des mâles et le pronotum des femelles sont différents de ceux de *P. pennipes*.

Statut UICN : LC

Phénologie : sa période de vol s'étale du mois de Mai jusqu'à Septembre.

Habitat : Elle est peu abondante, fréquente les eaux lotiques des cours moyen à lit large et lenticues.

Distribution : Espèce endémique du Maghreb.

COENAGRIONIDAE



Figure 47. *Erythromma viridulum* (Charpentier, 1840) (INPN, 2022)

Une demoiselle aux yeux rouges. Chez les mâles, seule l'extrémité de l'abdomen (S9-S10) est de couleur bleue en contraste avec le noir des autres segments.

Statut UICN : LC

Phénologie : La période de vol est constatée à partir du mois de Mai jusqu'au mois d'Août.

Habitat : Espèce faiblement abondante, recensée dans les deux écosystèmes lotiques et lenticue, dans les stations à basses altitude.

Distribution : Elle est plus ou moins présente partout en France et étend rapidement son aire vers le nord de l'Europe.



Figure 48. *Erythromma lindenii* (Sélys, 1840) (INPN, 2022)

Agrion identifiable par la marque noire sur le deuxième segment abdominal en forme de calice et en forme de lance (as de pique allongé) sur les autres segments : - Taille de 30 à 36 mm, - Trois traits étroits alignés sur le dessus de la tête, Ptérostigma long et clair.

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce fréquente principalement dans les eaux stagnantes et dans les stations d'eaux courantes à paysage ouvert.

Phénologie : Sa période de vol s'étale du mois de Mai jusqu'à Septembre.

Distribution : Espèce holo-méditerranéenne à expansion atlantique et largement représentée dans tout l'Ouest et le Sud de l'Europe et le Nord de l'Afrique (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 49. *Enallagma deserti* (Selys, 1871) (INPN, 2022)

Statut UICN : LC

Phénologie : Sa période de vol s'étale du mois de Mai jusqu'à Septembre.

Distribution : Espèce endémique du Maghreb.

Habitat : Présente avec des abondances faibles, dans quelques stations d'eau stagnante (Fréha et Taksebt) à 100 m d'altitude, elle a été aussi capturée dans une station d'eau courante à 1450 m d'altitude.



Figure 50. *Ischnura graellsii* (Rambur, 1842) (INPN, 2022)

Ailes postérieures mâle : 12-17 mm ; femelle : 13-19 mm. Diagnose : Chez le mâle mature le corps est bleu et noir, l'abdomen est noir bronzé. Les ptérostigmas sont bicolores et plus grands sur les ailes postérieures que sur les ailes antérieures.

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce très répandue, présente pratiquement dans toute les stations d'eau stagnante et dans une seule station d'eau courante.

Phénologie : Sa période de vol s'étale sur plusieurs mois à partir du mois de Mars jusqu'à Décembre.

Distribution : Espèce ouest-méditerranéenne stricte, limitée à la péninsule ibérique et au Maghreb (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 51. *Ceriagrion tenellum* (Villers, 1789) (INPN, 2022)

L'espèce est assez comparable à *Pyrrhosoma nymphula* mais en diffère par sa taille et la couleur de certaines parties du corps. Elle est nettement plus délicate et petite (25-32 mm) que *Pyrrhosoma nymphula* (33-36 mm) et le mâle a les yeux, le front, le clypeus et la base antennaire rouges.

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce peu fréquente, recensée uniquement dans deux stations complètement distinctes, l'une est un barrage à 113 m d'altitude, l'autre est un cours d'eau de montagne à 1500 m d'altitude.

Phénologie : Sa période de vol commence à partir du mois de Mai.

Distribution : L'aire de distribution de cette espèce couvre l'ensemble du bassin méditerranéen et se prolonge légèrement vers l'Europe occidentale. Cette espèce est très répandue dans le Maghreb (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 52. *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758) (INPN, 2022)

Fine demoiselle bleue, on la reconnaît entre autre grâce au "U" noir dessiné sur le deuxième segment abdominal des mâles.

Statut UICN : LC

Les mâles sont bleus-pâles avec des marques noires peu étendues.

Habitat : recensée dans les eaux stagnantes et courantes dans des stations à haute altitude.

Phénologie : recensé à partir du mois d'Avril, jusqu'à septembre avec des abondances faibles.

Distribution : Espèce commune dans une grande partie de la région européenne jusqu'en Asie centrale.



Figure 53. *Coenagrion scitulum* (Rambur, 1842) (INPN, 2022)

Petite demoiselle dont les mâles sont "moitié bleus moitié noirs" avec un dessin noir en forme de tête de chat sur le deuxième segment.

Statut UICN : LC

Phénologie : Les adultes ont été observés durant la période Mai –Juillet.

Habitat : Cette espèce est très abondante et présente tant dans les eaux stagnantes et courantes.

Distribution : Espèce holo-méditerranéenne à expansion atlantique et occupe l'Europe occidentale et méridionale. Elle atteint également le Nord de l'Iran et le Nord de l'Afrique (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 54. *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) (INPN,2022)

Ptérostigmas petits, en forme de diamant. Femelles à abdomen presque entièrement noir teinté de vert bronzé. Difficiles à reconnaître, hormis par la forme de leur prothorax, en selle très régulière, sans indentations ou protubérances

Statut UICN : NT

L'espèce est proche d'autres Agrions, confusion possible les mâles de *C. caerulescens* et *C. scitulum*, la distinction à première vue peut s'observer dans le dessin typique du deuxième segment de l'abdomen qui est en forme de tête de taureau.

Habitat : L'espèce est rare et faiblement abondante, présente dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Phénologie : Les adultes sont observés à partir du mois de Mai à Août.

Distribution : Espèce ouest-européenne à affinité méditerranéenne reste relativement disséminée dans le nord de l'Afrique.



Figure 55. *Coenagrion caerulescens* (Boyer de Fonscolombe, 1838) (INPN, 2022)

Taille : Abdomen mâle : 18-26 mm ; femelle : 19-27 mm. Ailes postérieures mâle : 14-19 mm ; femelle : 15-21 mm.

Statut UICN : LC

Habitat : Présente dans les cours d'eau à faible profondeur.

Phénologie : Les individus été recensés pendant le mois de Juin et Juillet

Distribution : Espèce typiquement ouest-méditerranéenne (Jacquemin et Boudot, 1999).

SOUS-ORDRE : ANISOPTERA

AESHNIDAE



Figure 56. *Anax imperator* (Leach, 1815), (Ait Taleb, 2022)

C'est une grande libellule avec le thorax vert et l'abdomen bleu et noir.

Statut UICN : LC

Phénologie : Sa période de vol s'étale du mois de Juin jusqu'à Décembre.

Habitat : Présente dans les eaux stagnantes. Assez fréquente et largement répandue, recensée dans plusieurs stations. Le mâle est très territorial, chasse de son territoire les autres mâles rivaux.

Distribution : Espèce afro-européenne, 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 (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 57. *Anax parthenope* (Selys, 1839), (Ait Taleb, 2022)

Cette grande libellule est facilement reconnaissable à son thorax brun et aux premiers segments bleu azur de son abdomen (S2 + début de S3) chez le mâle. Elle peut être confondue avec *Hemianax ephippiger*, dont seul le deuxième segment est bleu, ou avec *Anax imperator*, qui a un thorax vert.

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce pas très abondante, présente dans les eaux stagnantes.

Phénologie : Sa période de vol s'étale du mois de Mai à Septembre.

Distribution : Espèce présentant une distribution eurasiatique et atteint le Japon. Dans le Nord de l'Afrique, elle est bien implantée et atteint le Sénégal, l'Égypte et la Somalie. (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 58. *Aeshna affinis* (Vander Linden, 1820), (Ait Taleb, 2022)

Libellule de taille moyenne. Chez le mâle, l'abdomen est bleu et noir, les côtés du thorax sont jaunes et bleus et les yeux bleus. La femelle est jaune verdâtre et brun clair.

Statut UICN : VU

Habitat : Espèce peu fréquente, présente dans deux stations, une est un lac forestier à 1600 m d'altitude et l'autre est un cours d'eau à 430m d'altitude du niveau de la mer.

Phénologie : observé à partir du mois de d'Mai jusqu'à septembre.

Distribution : Présente dans la zone méditerranéenne de l'europe.



Figure 59. *Aeshna isoceles* (O. F. Müller, 1767)

Cette Aeschne est facilement identifiable grâce à ses grands yeux verts, à la couleur brun jaune de son corps et au triangle isocèle jaune situé sur le second segment abdominal. Le thorax est roux et est traversé par deux bandes jaunes sur les côtés. La base des ailes est jaune.

Statut UICN : VU

Habitat : Cette espèce est rare, elle a été observée dans une seule station.

Phénologie : Capturée durant la période Juillet - Septembre

Distribution : Sa distribution s'étend de la région méditerranéenne à l'Europe centrale.



Figure 60. *Aeshna mixta* (Latreille, 1805) (INPN, 2022)

L'Aeschne mixte est une libellule d'assez grande taille dont le thorax est brun avec deux épaisses taches vertes obliques sur les cotés. L'abdomen du mâle est noir ponctué de taches bleues de taille différentes, celui de la femelle est brunâtre à taches jaunes.

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce assez fréquente, présente dans les deux écosystèmes lotiques et lenticues.

Phénologie : La période de vol s'étale du mois de Mai à Décembre.

Distribution : Espèce à vaste répartition eurasiatique. Elle est bien implantée dans le bassin méditerranéen alors qu'elle est absente des régions européennes les plus boréales (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 61. *Aeshna cyanea* (Müller, 1764), (Ait Taleb, 2022)

Grande libellule avec des taches vert pomme et bleues. Les mâles montrent trois taches bleues à l'extrémité de l'abdomen.

Statut UICN : LC

Habitat : Semble aimer les étangs forestiers et les cours d'eaux de montagne à faible débit,

phénologie : S'observe à partir du mois de Juillet jusqu'à Septembre.

Distribution : Cette espèce est présente sur la majorité de l'Europe. Son aire principale de répartition est sur une bande allant du Nord-est de l'Espagne à la Russie.



Figure 62. *Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) (INPN, 2022)

Le mâle se caractérise, entre autre, par un anneau brun sur le premier segment et une selle de couleur bleue généralement limitée à la partie supérieure du deuxième segment. Attention de ne pas le confondre avec le mâle d'*Anax parthenope* dont la tache bleue est plus étendue.

Statut UICN : LC

Phénologie : présente à partir du mois de Mars jusqu' au mois de Novembre,

Habitat : Très répandue, recensée dans les écosystèmes d'eau stagnantes à basse altitude 80-250 m d'altitude au niveau de la mer.

Distribution : Présente dans le bassin méditerranéen, l'Afrique et l'Inde.



Figure 63. *Boyeria irene* (Boyer de Fonscolombe, 1838), (Ait Taleb, 2022)

Libellule de taille moyenne reconnaissable à sa coloration rappelant une tenue de camouflage.

Statut UICN : LC

Habitat : L'espèce semble aimer les petits ruisseaux semi ombragé, on peut l'observer patrouiller le long des berges ou très bas au-dessus de l'eau, recensée aussi dans un cours d'eau à habitat ouvert.

Phénologie : Période de vol s'étale à partir du mois de Juillet jusqu'à Septembre.

Distribution : Espèce ouest-méditerranéenne, caractéristique du bassin méditerranéen occidental et déjà très raréfiée en Italie (Jacquemin et Boudot, 1999).

GOMPHIDAE

Les Onychogomphus sont des Gomphidae (yeux écartés - couleur générale jaune et noire) dont les segments abdominaux 3 à 7 ont des taches jaunes et non des traits longitudinaux (Gomphus), et dont les appendices anaux mâles sont en forme de tenaille à 3 branches.



Figure 64. *Onychogomphus forcipatus* (Linden, 1820), (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : LC

Habitat : Semble tolérer les milieux à mauvaise qualité d'eau et aime les eaux tempérées, pas très fréquente, recensée uniquement en mois de juin.

Distribution : occupe une grande partie du bassin méditerranéen occidental et le Maghreb (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 65. *Onychogomphus uncatatus* (Charpentier, 1840), (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : LC

Habitat : Contrairement à *O. forcipatus*, elle est présente dans les eaux vives, présente dans les écosystèmes d'eaux courantes dans des stations à haute altitude.

Phénologie : Recensée durant la période Mai – Juin.

Distribution : Espèce ouest-méditerranéenne, elle est essentiellement implantée dans le bassin méditerranéen occidental et en France atlantique et présente des populations périphériques en Europe tempérée (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 66. *Onychogomphus costae* (Selys, 1885) (NPNI, 2022)

Statut UICN : NT (Quasi menacée)

Phénologie : Observée durant les mois de Mai et Juin, espèce pas très abondante et seulement quelques individus sont recensés (une seule station d'eau courante).

Distribution : Espèce ibéro-maghrébine dont la présence dans la péninsule ibérique se limite aux zones les plus arides (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 67. *Gomphus lucasii* (Selys, 1849), (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : VU

Phénologie : Recensée en mois de juin

Habitat : Aime les cours d'eau de basse altitude, avec un large lit et débit moyen.

Distribution : L'espèce est endémique du Maghreb.

LIBELLULIDAE



Figure 68. *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832), (Ait Taleb, 2022)

Libellule de taille moyenne de couleur jaune à jaune-brun chez les femelles puis rouge écarlate chez les mâles.

Statut UICN : LC

Phénologie : Espèce fréquente et abondante, sa période de vol s'étale à partir du mois de Mai jusqu'à octobre,

Habitat : colonisent tous les milieux d'eaux stagnantes.

Distribution : Espèce afro-européenne, connue depuis longtemps du bassin méditerranéen, elle est actuellement présente dans toute l'Europe moyenne, où elle atteint le Nord des Pays-Bas, la Pologne et le Sud de l'Oural (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 69. *Diplacodes lefebveii* (Rambur, 1842), (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : LC

Habitat : Espèce présente uniquement dans deux stations d'eaux stagnantes à caractère végétatif bordant dense et riche.

Phénologie : Sa période de vol s'étale du mois d'Août à Septembre.

Distribution : Assez commune localement en Europe du sud (Espagne) ; assez rare au

Nord. Depuis l'Europe méridionale à l'Afrique du Sud, à l'Inde et au Turkestan (D'Aguilar et *al.*, 1998).



Figure 70. *Brachythemis impartita* (Karsch, 1890) (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : LC

Habitat : L'espèce est peu fréquente, présente uniquement dans les eaux stagnantes, recensée dans deux stations à 350 et 550 m d'altitude.

Phénologie : La période de vol s'étale du mois de Mai à Décembre.

Distribution : Espèce africaine, récemment distinguée de *Brachythemis leucosticta* (Burmeister, 1839) par (Dijkstra et Matushkina, 2009).



Figure 71. *Orthetum cancellatum* (Linnaeus, 1758). (Ait Taleb, 2022)

Odonate bleu-gris avec l'extrémité de l'abdomen noirâtre chez les mâles et sans aucune tache noire dans les ailes

Statut UICN : LC

Phénologie : Recensée uniquement pendant les mois de Juin et juillet.

Habitat : Assez fréquente dans les eaux stagnantes à basse altitude. La période de vol des adultes s'étale du mois de Juin à juillet.

Distribution : Espèce euro-sibérienne, dont la répartition s'étend depuis l'Europe jusqu'à l'extrême-orient sous forme de plusieurs sous-espèces. Elle est également bien implantée au niveau de la bordure littorale du Maghreb (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 72. *Orthetrum trinacria* (Selys, 1841), (Ait Taleb L, 2022)

C'est l'espèce la plus longue (jusqu'à 67 mm) et la plus fine de son genre. La base de son abdomen est bulbeuse.

Statut UICN : LC

Habitat : Occupe préférentiellement des eaux stagnantes bien végétalisées, recensée dans plusieurs stations.

Phénologie : Les adultes sont observés de Juin à décembre.

Distribution : Espèce afro-tropicale (Afrique, Méditerranée et Moyen-Orient), présente dans le Sud-Ouest de l'Europe, en particulier la moitié sud de la péninsule Ibérique, la Corse, la Sardaigne, la Sicile et la Grèce.



Figure 73. *Orthetrum nitidinerve* (Selys, 1841), (Ait Taleb, 2022)

Statut UICN : LC

Phénologie : Les adultes sont enregistrés à partir du mois de Juin à Décembre.

Habitat : L'espèce est assez ré pondue dans les eaux stagnantes

Distribution : Espèce Ibéro-maghrébine, avec un prolongement dans certaines îles méditerranéenne (Sicile - Sardaigne) et en Italie dans la région de Naples (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 74. *Orthetrum chrysostigma* (Burmeister, 1839), (Ait Taleb L, 2022)

Cette espèce se distingue par ses délicates couleurs bleu turquoise. La longueur totale de l'imago est de 39 à 46 millimètres. La longueur des ailes postérieures est de 27 à 32 millimètres.

Statut UICN : LC

Phénologie : Recencée au mois de Mai, Juin et Octobre.

Habitat : Présente dans les eaux stagnantes.

Distribution : Espèce afro-tropicale ayant une distribution essentiellement africaine et atteint les rivages méridionaux de l'Europe, le proche orient et la Turquie (Jacquemin et Boudot 1999).



Figure 75. *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798), (Ait Taleb, 2022)

Chez cette espèce, le ptérostigma des ailes antérieures, long de 3 à 4 mm, est jaune ocre. Chez le mâle, le thorax est le plus souvent dépourvu de pulvéulence bleue, mais peut occasionnellement en être légèrement recouvert. Si tel est le cas, cette pulvéulence est moins

épaisse que celle recouvrant l'abdomen. Son front est également brun sombre. On note également la présence de deux bandes claires sur l'avant du thorax.

Statut UICN : LC

Phénologie : Observée au mois de Mai puis de juillet à octobre.

Habitat : Présente dans les eaux courantes et stagnantes.

Distribution : Espèce orientale à expansion africaine, elle a atteint le Maghreb à partir de l'Asie (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 76. *Sympetrum fonscolombii* (Sélys, 1840), (Ait Taleb, 2022)

Le Sympétrum de Fonscolombe (ou Sympétrum à nervures rouges) est un anisoptère assez massif. Le mâle (se reconnaît plus facilement) est de couleur dominante rouge. Les cotés de son thorax présentent une tache claire en forme de virgule, caractéristique.

Statut UICN : LC

Phénologie : La période de vol s'étends du mois d'Avril à Décembre.

Habitat : Espèce assez abondante dans les eaux stagnantes.

Distribution : Espèce Afro-européenne présentant une immense répartition. Elle couvre toute l'Afrique et les îles environnantes, les Açores, le bassin méditerranéen et l'Europe méridionale, et s'étend en Asie jusqu'à la Mongolie et le Japon (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 77. *Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840), (Ait Taleb, 2022)

Le Sympétrum strié est un anisoptère assez massif d'une quarantaine de millimètres de long. Il est de couleur dominante rouge-orangé, tirant sur le jaune chez les femelles et les immatures. Les mâles sont globalement rouges avec le thorax strié de jaune et de rouge.

Statut UICN : LC

Phénologie : Les imagos ont été observés pendant la période Mai - Septembre.

Habitat : Elle est fréquente et abondante, dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques.

Distribution : Espèce ouest-paléarctique qui occupe une grande partie de l'Europe moyenne et méridionale et s'étend dans plusieurs régions de l'Asie sous forme de plusieurs sous-espèces (Jacquemin et Boudot, 1999).



Figure 78. *Sympetrum meridionale* (Selys, 1841) (INPN, 2022)

Petite libellule rouge (mâle) ou jaune et noir (femelle et juvénile). Les pattes sont de couleur brun jaune. Les ptérostigmas sont jaunes à rougeâtres avec une bordure noire. Chez le mâle le thorax est brun clair et le bout de l'abdomen ne porte pas (ou presque) de ligne noire

Statut UICN : LC

Habitat : Ce *Sympetrum* est pas très fréquent, sa répartition est restreinte.

Phénologie : Sa période de vol est à partir du mois de Mai jusqu'à Décembre.

Distribution : Espèce d'origine méditerranéenne.



Figure 79. *Sympetrum sanguineum* (O. F. Müller, 1764) (INPN, 2022)

Libellule de petite taille, les mâles ont un abdomen et un thorax rougeâtre avec des pattes entièrement noires. Attention à ne pas le confondre avec *Sympetrum striolatum* (*Sympétrum strié*) et le *Sympétrum vulgatum* (*Sympétrum vulgaire*) dont les pattes sont noires et jaunes.

Statut UICN : LC

Phénologie : Espèce très peu fréquente dans la région, recensée uniquement en mois de Mars.

Habitat : Semble préférer les milieux ouverts à eaux chaudes.

Distribution : Espèce généralement commune partout, jusqu'en Sibérie.



Figure 80. *Trithemis annulata* (Palisot de Beauvois, 1807) (Ait Taleb, 2022)

Les mâles sont de couleur rouge violacée avec une tâche jaune à la base des ailes. Les femelles sont bruns jaunes. Les pattes sont noires. Les ptérostigmas sont de taille identique aux 4 ailes.

Statut UICN : LC

Phénologie : La période de vol s'étend du mois de Juin à Octobre.

Habitat : : Espèce assez fréquente dans les eaux stagnantes.

Distribution : Espèce afro-tropicale, qui occupe une grande partie du bassin méditerranéen ainsi que le Proche-Orient (Jacquemin et Boudot, 1999).

3.3. Commentaires sur certaines espèces régionales préoccupantes

- La nouvelle espèce d'Algérie

***Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776)** : La première mention remonte aux travaux de Boudot et *al.*, 2009 sur les hauts plateaux marocains (Moyen Atlas), où elle était considérée comme une relique glaciaire. En 2014, l'espèce a été signalée pour la première fois en Tunisie dans les ruisseaux khroumiriens, au nord-ouest du pays (Korbaa et *al.*, 2014). En Algérie, malgré une augmentation des relevés odonatologiques durant la dernière décennie (Senouci et Bounaceur, 2018 ; Chelli et Moulai, 2019 ; Demnati et *al.*, 2019 ; Khelifa, 2019), *Pyrrhosoma nymphula* n'a jamais été confirmée nulle part. Sa première apparition remonte au 23 juin 2021 lorsque deux individus mâles de cette espèce ont été collectés lors d'une prospection à Ait Alaoua, un cours d'eau de montagne à débit relativement rapide au sein d'une forêt de chênes verts en Grande Kabylie (GK) à 1183 m d'altitude, (36°28'28 "N, 4°21'41 "E), à 30 km au sud-est de la ville de Tizi Ouzou. C'est la seule localité connue pour cette espèce dans tout le pays et cette observation étend son aire de répartition à l'Afrique du Nord, soulignant encore l'intérêt écologique des cours d'eau de montagne (Fig.41).



Figure 81. *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776). (Ait Taleb, 2021)

***Onychogomphus uncatius* (Charpentier, 1840)** : Cette libellule est une espèce répandue en Méditerranée occidentale (Boudot et *al.*, 2009). Les mentions passées d'*O. uncatius* en Algérie sont anciennes (Lacroix, 1925 ; Martin, 1901 ; Morton, 1905). Cette espèce, très rare en Algérie, est mal identifiée (Khelifa et *al.*, 2011) ou basée sur des larves (Benchalel et Samraoui, 2012 ; Samraoui et Corbet, 2000), et seuls quelques individus ont été collectés (Hamzaoui et *al.*, 2015 ; Chelli et Moulai, 2019a ; Chelli et *al.*, 2020). Dans cette étude, sur les 40 sites prospectés des deux écosystèmes lotiques et lentiques, seuls quelques stations contiennent quelques individus. Elle est beaucoup moins commune que *O. forcipatus* en raison des exigences écologiques de la larve, qui préfère les eaux courantes au substrat sableux rocheux et a besoin d'une eau claire et bien oxygénée (D'Aguilar et Dommanget, 1998). Son statut en Afrique du Nord est classé dans la catégorie "préoccupation mineure" sur la liste rouge nord-africaine de l'UICN. Le statut de ce Gomphidae devrait être reconsidéré, car cette évaluation est assez ancienne et, au cours de la dernière décennie, les rivières nord-africaines ont été soumises à divers impacts anthropiques. En Algérie, la rareté et la diminution de la population de cette espèce est sans doute le résultat de l'anthropisation de ses habitats due à l'extraction de gravier et à la pollution. Pour cette raison, *O. uncatius* requiert un statut de conservation spécial et ses habitats doivent être préservés.

***Onychogomphus costae* (Selys, 1885)** : Cette endémique de la méditerranée si reconnaissable à la forme des appendices du mâle, a été recensée durant l'année 2022 lors des investigations faites au sous bassin versant d'oued Boubhir, en mois de Mai et Juin. Son habitat aquatique est une rivière à débit moyen et à lit large, d'une moyenne altitude, son autochtonie a été confirmée sur le site en assistant à l'émergence de l'espèce. La larve semble préférer les mousses des cours d'eaux. Elle est classée NT dans la liste rouge de l'UICN, ce qui nous incite à la protéger et mettre des mesures régionales rationnel sur l'état de santé des écosystèmes aquatiques (Fig.82).



Figure 82. *Onychogomphus costae* (Selys, 1885) (NPNI, 2022)

***Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840)** : En Algérie, cette espèce n'a été recensée que dans cinq localités, la Carte de distribution détaillée est disponible dans Dijkstra et Levington, 2006 et Boudot et *al.*, 2009. Elle est classée EN dans la liste rouge de l'UICN. Nous l'avons recensé dans quelques stations avec des faibles abondances. (Fig.83).



Figure 83. *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) (NPNI, 2022)

3.4. Biogéographie des taxa collectés

Les catégories chorologiques des espèces recensées ont été effectuées en se basant sur les travaux de Boudot (2008) ; El Hais soufi et *al.*, 2008 ; Boudot et De Kniffe, 2012 et Zerrouk et *al.*, 2021.

Les odonates de la Kabylie peuvent se ranger dans 5 groupes suivant leurs affinités géographiques.

- **Espèces Ouest-Paléarctiques** : Elles sont restreintes à la partie occidentale du domaine paléarctique. Elles sont représentées par trois taxons (*Chalcolestes viridis*, *ischnura graellsii*, et *Sympetrum striolatum*).

- **Espèces Paléarctiques** : Elles sont présentes dans l'ancien monde et se raréfiant ou disparaissant dans la zone intertropicale, peuvent être classées en deux ensembles :

- ✓ **Espèces Euro-Sibériennes** : Espèces largement répandues de l'Europe moyenne à la Sibérie et ne présentent pas un centre de gravité préférentielle en méditerranéen. Elles sont représentées par les espèces : (*Pyrrhosoma nymphula* ; *Sympecma fusca* ; *Aeshna mixta* ; *Orthetrum cancellatum* et *Sympetrum sanguineum*, *Aeshna cyanea*, *coenagrion puella*,

- ✓ **Espèces Méditerranéennes** : Regroupant toutes les espèces ayant leur centre de gravité dans le bassin méditerranéen. Nous pouvons les scinder en 4 sous-ensembles :

- **Espèces Ouest-Méditerranéennes** : Espèces dont le noyau de l'aire de répartition est strictement situé dans le bassin Méditerranéen occidental. Huit espèces font partie de ce groupe, il s'agit de : *Calopteryx haemorrhoidalis* ; *Lestes virens* ; *Onychogomphus uncatulus* ; *O. forcipatus* ; *Ischnura graellsii*, *coenagrion caerulescens*, *Boyeria irene* et *Orthetrum nitidinerve*,

- **Espèces holo-Méditerranéennes** : Espèces répandues dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Nous pouvons citer 8 taxons (*Erythromma lindenii* ; *Coenagrion scitulum* ; *Ceriagrion tenellum* ; *Lestes barbarus* ; *Anax parthenope* ; *Aeshna affinis* et *Sympetrum meridionale* et *Orthetrum coerulescens*

- **Espèces Subméditerranéennes** : représenté par les espèces présentant une affinité méditerranéenne ; l'espèce *Aeshna isoceles* est l'une des espèces qui ont fait partie, *Ceriagrion tenellum* et *Erythromma viridulum*,

- **Espèces Maghrébines :** Espèces dont la distribution est centrée sur le Nord-Ouest de l'Afrique. Nous avons trois espèces endémiques du Maghreb à savoir *Platynemis subdilatata*, *Enallagma deserti* et *Gomphus lucasii*.
- **Espèces Afro-Tropicales :** Elles sont originaires pour la plupart d'Afrique –sub saharienne, mais qui sont présentes secondairement en Afrique du Nord et parfois en Europe du Sud. Nous avons 6 espèces qui font partie à savoir : *Brachythemis impartita* ; *Diplacodes lefebvrei* ; *Hemianax ephippiger* ; *Orthetrum chrysostigma* ; *O. trinacria* et *Trithemis annulata*.
- ✓ **Espèces Afro-Européens :** Leurs répartitions est très vastes et englobent au moins l'Afrique et une grande partie de l'Europe, parfois même l'Asie. Elles sont représentées par trois espèces qui sont : *Anax imperator* ; *Crocothemis erythraea* et *Sympetrum fonscolombii*.
- ✓ **Espèces orientales (Eurasiatiques) :** Elles se répartissent de l'Asie à l'Afrique du Nord et/ou à l'Europe du Sud. Nous pouvons citer quelques espèces : *Aeshna mixta*, *Anax parthenope* et *Orthetrum coerulescens anceps*,

L'analyse écologique du peuplement odonatologique recensée basée sur les catégories chorologiques montrent que les espèces recensées sont principalement d'origine Paléarctique et montre une prédominance d'éléments Méditerranéens.

4. Caractérisation de la communauté odonatofaune

4.1. Composition de la communauté

Les indices écologiques de composition calculés pour analyser notre faune odonatologique des différents sites des deux écosystèmes lotiques et lentiques sont la richesse spécifique, l'abondance relative et les fréquences d'occurrences.

Noter que les données représentées ci-dessous sont celles des stations dont nous avons fait le suivi annuel, par contre les données des stations dont le travail de terrain été limité à quelques mois d'échantillonnage sont représentés uniquement dans le tableau d'inventaire.

4.1.2. Richesse spécifique (S) et abondance (N) par site d'étude.

Les résultats de l'abondance et de la richesse des sites d'étude obtenus durant la période d'étude sont illustrés ci-dessous (Fig.84).

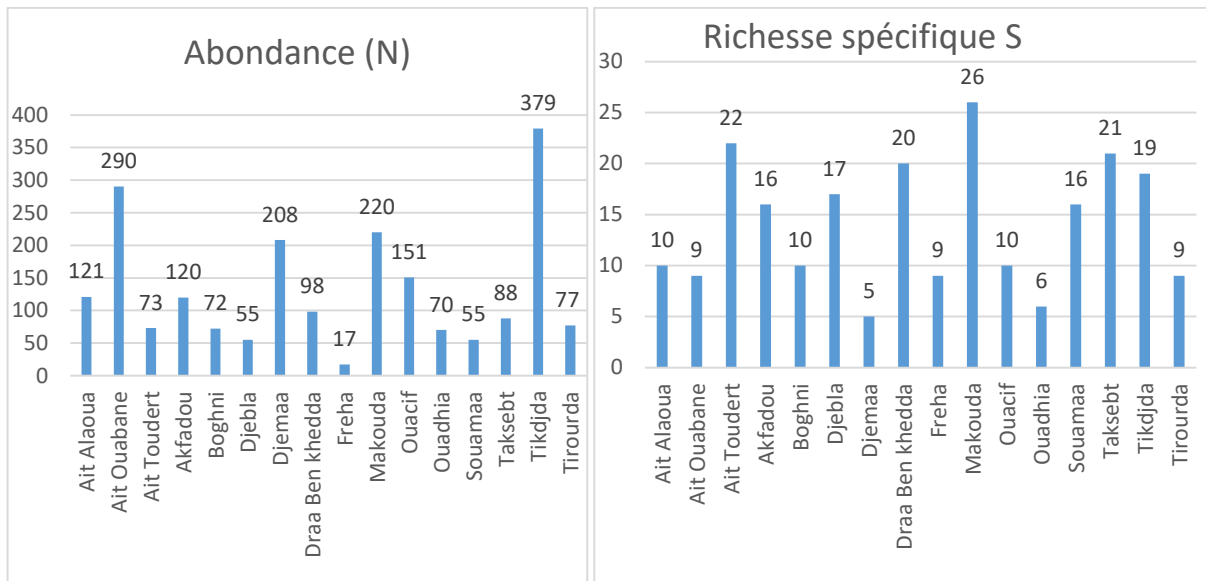


Figure 84. Abondance et richesse stationnaires

La richesse en espèces diffère d'un site à l'autre. Le site de Makouda est le plus riche avec 26 espèces, suivi du site d'Ait Toudert avec 22 espèces. En revanche, la station de Djemaa présente la plus faible richesse spécifique de 5 taxa.

En outre, l'abondance la plus élevée est enregistrée dans la station de Tikjdja avec 379 individus, suivis de la station de Ait Ouabane avec 290 individus.

Nous pouvons constater que les sites de l'écosystème lentique sont riches par contre ceux de l'écosystème lotique ont des abondances importantes.

4.1.3. Abondance relative des espèces par site d'étude.

Les abondances relatives et les catégories des espèces d'odonate recensées dans les différentes stations des deux écosystèmes lotique et lentique durant la période de suivis sont mentionnées dans les tableaux 15 et 16.

Tableau 16. Abondance relative et catégorie des espèces des différents sites de l'écosystème lotique

Espèces	Ecosystème lotique															
	Tikjda		Ait alaoua		Ait ouabane		Ouacif		Ouadhia		Boghni		Djemaa		Tirourda	
	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C
<i>Aeshna cyanea</i>	0,26	I	7,43	I	0,68	I	0,66	I	2,85	I	x	/	1,44	I	10,38	I
<i>Aeshna affinis</i>	x	/	x	/	X	/	0,66	I	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Aeshna mixta</i>	1,58	I	9,09	I	2,41	I	x	/	1,42	I	2,77	I	x	/	3,89	I
<i>Anax imperator</i>	0,26	I	x	/	23,79	II	0,66	I	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Anax parthenope</i>	x	/	x	/	X	/	0,66	I	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Boyeria irene</i>	1,05	I	16,5 2	I	33,79	II	11,9 2		14,2 8	I	x		6,25	I	38,96	II
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	48,2 8	II I	39,6 6	II	35,17	II	78,8 0	I V	78,5	I V	63,8 8	I V	87,0 1	V	14,2 8	I
<i>Ceragrion tenellum</i>	3,69	I	0,82	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Chalcolestes viridis</i>	1,05	I	x	/	1,37	I	x	/	x	/	x	/	2,77	I	23,3 7	II
<i>Coenagrion lindenii</i>	1,58	I	x	/	0,68	I	0,66	I	x	/	6,94	I	0,48	I	x	/
<i>Coenagrion coerulescens</i>	15,3 0	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	2,77	I	x	/
<i>Coenagrion mercuriale</i>	1,05	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Coenagrion scitulum</i>	15,5 6	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Crocothemis erythraea</i>	X	/	x	/	x	/	x	/	x	/	2,77	I	x	/	x	/
<i>Enallagma desertii</i>	2,63	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Ischnura graellsii</i>	X	/	x	/	x	/	x	/	x	/	9,7	I	x	/	x	/
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	X	/	x	/	0,68	I	1,32	I	x	/	x	/	4,80	I	1,29	I
<i>Onychogomphus uncatus</i>	0,52	I	13,2 2	I	1,37	I	3,31	I	1,42	I	x	/	x	/	2,59	I
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	1,84	I	x	/	x	/	x	/	1,42	I	x	/	x	/	x	/
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0,52	I	x	/	x	/	1,32	I	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Orthetrum coerulescens</i>	2,63	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Orthetrum trinacria</i>	0,79	I	x		x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Platynemis subdilata</i>	1,31	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	X	/	4,13	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Sympecma fusca</i>	X	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	1,38	I	2,59	I
<i>Sympetrum meridionale</i>	X	/	1,65	I	x	/	x	/	x	/	x	/	1,38	I	2,59	I
<i>Sympetrum striolatum</i>	X	/	7,43	I	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/
<i>Trithemis annulata</i>	X	/	x	/	x	/	x	/	x	/	x	/	5,55	I	x	/

I : 0 à 20% : l'espèce est dite rare ; **II** : 20 à 40% : Espèce rare et dispersée ; **III** : 40 à 60% : Espèce est peu abondante ; **IV** : 60 à 80% : Espèce est abondante ; **V** : ≥ à 80% : Espèce est très abondante ; **x** : Absence de l'espèce ; **C** : Catégorie.

L'abondance relative des espèces des stations appartenant à l'écosystème lotique, est faible comprise pour la plupart entre 0-20% donc ce sont des espèces rares à l'exception de *Calopteryx haemorrhoidalis* qui présente des abondances relatives importante où elle est très abondante dans la station de Djemaa ≥80%.

Tableau 17. Abondance relative et catégorie des espèces des différents sites de l'écosystème lentique

Espèces	Ecosystème lentique															
	Makouda		DBK		Souamaa		Taksebt		Ait toudert		Akfadou		Freha		Djebba	
	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C	Ar	C
<i>Aeshna cyanea</i>	X	/	X	/	X	/	X	/	4,1	I	X		X		X	
<i>Anax imperator</i>	2,72	I	1,02	I	10,9	I	2,27	I	6,84	I	3,33	I	X		0,03	I
<i>Anax parthenope</i>	2,72	I	2,04	I	1,81	I	1,13	I	2,73	I	X	/	X		X	
<i>Aeshna affinis</i>	1,36	I	X	/	X		X		X		0,83	I	X		X	
<i>Aeshna mixta</i>	21,81	I	X	//	X		X		4,1	II	1,66	I	X		0,03	I
<i>Brachythemis impartita</i>	5	I	2,04	I	10,9		X		13,69	I	X		5,88	I	0,21	I
<i>C. haemorrhoidalis</i>	2,72	I	1,02	I	X		X		12,32	I	X		X		X	
<i>Ceriagrion tenellum</i>	X		X		X		17,04	I	X		X		X		X	
<i>Chalcolestes viridis</i>	5	I	1,02	I	X		X		X		X		5,88	I	X	
<i>C.caerulescens</i>	0,45	I	17,3	I	X		3,4		X		10	I	X		X	
<i>Coenagrion lindenii</i>	8,63	I	X		23,63	II	2,27	I	4,1	I	7,5	I	X		0,07	I
<i>Co. mercuriale</i>	0,45	I	7,14	I	X		3,4	I	X		5	I	X		X	
<i>Coenagrion puella</i>	0,45	I	4,08	I	X		2,27	I	1,36	I	X		X		0,01	I
<i>Coenagrion scitulum</i>	1,36	I	5,1	I	1,81		2,27	I	2,73	I	5	I	X		X	
<i>Crocothemis erythraea</i>	7,27	I	9,18	I	7,27		11,36	I	6,84	I	2,5	I	17,64	I	0,03	I
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	X		X		X		1,13	I	X		X		X		X	
<i>Enallagma desertii</i>	0,9		X		X		1,13	I	X		3,33	I	5,88		X	
<i>Hemianax ephippiger</i>	0,9		1,02		1,81	I	1,13	I	1,36	I	X		11,76		0,01	
<i>Ischnura graellsii</i>	1,81		4,08		9,09	I	5,68	I	4,1		32,5	II	11,76		0,03	
<i>Lestes virens</i>	2,72		X		3,63		X		X		0,83		X		X	
<i>O.uncatus</i>	X		X		X		X		1,36		X		X		X	
<i>O.forcipatus</i>	X		X		X		X		1,36		X		X		X	
<i>Orthetrum cancellatum</i>	2,27		X		1,81		X		X		8,33		X		0,07	I
<i>O. chryso stigma</i>	0,9		5,1		X		X		2,73		X		X		0,14	
<i>O. coerulescens</i>	2,27		6,12		3,63		21,59		5,47		X		X		0,01	
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	X		X		X		4,54		2,73		X		X		0,01	
<i>Orthetrum trinacria</i>	0,45		9,18		7,27		1,13		12,32		X		X		0,01	
<i>P. subdilatata</i>	X		X		3,63		X		X		X		X		X	
<i>Sympetma fusca</i>	5,9		15,3		3,63		1,13		1,36		0,83		29,4		X	
<i>S. fonscolombii</i>	2,27		4,08		3,63		3,4		2,73		5,83		X		0,1	
<i>S. meridionale</i>	13,18		X		X		4,54		X		X		X		0,12	
<i>S. sanguineum</i>	X		2,04		X		X		X		5		5,88		X	
<i>Sympetrum striolatum</i>	6,36		2,04		X		1,13		5,47		7,5		5,88		0,01	
<i>Trithemis annulata</i>	X		1,02		5,45		7,95		1,36		X		X		X	

I : 0 à 20% : l'espèce est dite rare ; **II** : 20 à 40% : Espèce rare et dispersée ; **III** : 40 à 60% : Espèce est peu abondante ; **IV** : 60 à 80% : Espèce est abondante ; **V** : ≥ 80% : Espèce est très abondante ; **x** : Absence de l'espèce ; **C** : Catégorie

L'abondance relative des espèces des stations appartenant à l'écosystème lentique à révéler que toutes les espèces sont rares (0-20%) à l'exception des deux espèces *A. mixta* et *I. graellsii* qui sont rares et dispersées dans deux stations soient Ait Toudert et Akfadou respectivement.

4.1.4. Fréquence d'occurrence des espèces dans les différentes stations

Les fréquences d'occurrences calculées pour les espèces des différentes stations des deux écosystèmes étudiés sont consignées dans le tableau 18 et 19 ci-dessous.

Tableau18. Fréquence d'occurrence en pourcentage des espèces des différentes stations de l'écosystème lotique

Espèces	Tikjda	Ait Alaoua	Ait Ouabane	Ouacif	Ouadhia	Boghni	Tirourd a	Djema a
<i>Aeshna cyanea</i>	-	12,5	-	-	-	-	12,5	-
<i>Aeshna mixta</i>	12,5	25	-	-	12,5	25	25	-
<i>Boyeria irene</i>	12,5	12,5	25	25	25		25	25
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	12,5	50	50	50	37,5	37,5	25	37,5
<i>Coenagrion lindenii</i>	12,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriagrion tenellum</i>	12,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coenagrion pulchellulm</i>	12,5	-	-	-	-	-	--	-
<i>Coenagrion scitulum</i>	12,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crocothemis erythrae</i>	-	-	-	-	-	12,5	-	-
<i>Enallagma desertii</i>	12,5	-	-	-	--	-	-	-
<i>Ischnura graellsii</i>	-	-	-	-	-	37,5	-	-
<i>Chalcolestes viridis</i>	12,5	-	-	-	-	-	25	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	-	12,5	-	-	-	-	-
<i>Onychogomphus uncatu</i>	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	-	12,5	12,5
<i>Ortheterum nitidiverve</i>	12,5	-	-	-	12,5	-	-	-
<i>Orthetrum coerulescens</i>	12,5	-	-	-	-	12,5	-	-
<i>Orthetrum trinacria</i>	12,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	12,5	-	-	-	-	--	-
<i>Sympetrum meridionale</i>	-	12,5	-	-	-	-	12,5	-
<i>Trithemis annulata</i>	-	-	-	-	-	25		--

Le tableau ci-dessus nous renseigne que la majorité des espèces capturées dans les différentes stations d'échantillonnage de l'écosystème lotique sont accidentelles, à l'exception de *Calopteryx haemorrhoidalis* qui est accessoire et régulière dans quelques stations ($25 \leq Fo \leq 50$).

Tableau 19. Fréquence d'occurrence en pourcentage des espèces dans les différentes stations de l'écosystème lentique.

Espèces	Makouda	DBK	Taksebt	Souamaa	Djebba	Fréha	Ait Toudert	Akfadou
<i>Aeshna mixta</i>	/	/	/	/	25	/	/	25
<i>Anax imperator</i>	/	/	25	50	12,5	/	12,5	12,5
<i>Anax parthenope</i>	25	/	12,5	12,5	/	/	25	
<i>Brachythemis impartita</i>	/	25	/	/	50	/	37,5	
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	/	12,5	/	/	/	/	12,5	
<i>Ceriagrion tenellum</i>	/	/	37,5	/	/	/		
<i>Coenagrion lidenii</i>	/	/	25	50	/	/	12,5	
<i>Coenagrion mercuriale</i>	12,5	12,5	/	/	/	/		12,5
<i>Coenagrion puella</i>	12,5	12,5	25	/	12,5	/	12,5	
<i>Coenagrion pulchellum</i>	12,5	/	/	/	/	/		12,5
<i>Coenagrion scitulum</i>	37,5	25	25	12,5	/	/	12,5	12,5
<i>Crocothemis erythraea</i>	50	/	50	37,5	25	37,5		12,5
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	/	/	12,5	/	/	/		12,5
<i>Enallagma deserti</i>	/	/	12,5	/	/	12,5		
<i>Hemianax ephippiger</i>	25	/	/	12,5	12,5	/	12,5	
<i>Ischnura graellsii</i>	50	12,5	62,5	62,5	25	12,5	/	12,5
<i>Lestes barbarus</i>	12,5	/	/	/	/	/	/	
<i>Chalcolestes viridis</i>	/	12,5	/	/	/	12,5	/	
<i>Orthetrum cancellatum</i>	12,5	/	/	12,5	/	/	/	12,5
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	25	12,5	/	/	12,5	/	25	/
<i>Orthetrum caeruleum</i>	/	/	37,5	/	12,5	/	25	/
<i>Orthetrum nitidissime</i>	/	/	50	/	12,5	/	25	/
<i>Orthetrum trinacria</i>	/	12,5	/	25	12,5	/	12,5	/
<i>Sympecma fusca</i>	50	/	12,5	25	/	25	12,5	25
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	25	/	37,5	25	/	/	25	/
<i>Sympetrum meridionale</i>	25	/	37,5	/	25	/	/	/
<i>Sympetrum sanguinum</i>	/	/	/	/	/	12,5	/	/
<i>Sympetrum striolatum</i>	25	/	12,5	/	12,5	12,5	12,5	12,5
<i>Trithemis annulata</i>	/	12,5	/	37,5	12,5	/	12,5	/

Les espèces d'odonates recensées dans les différentes stations d'échantillonnage de l'écosystème lentique font partie de trois catégories : Accidentelle, accessoire et régulière contrairement à l'écosystème lotique.

4.1.5. Indice de Sorensen appliqué aux stations d'échantillonnage

Afin de cerner les similitudes existantes entre les différents sites d'étude inventoriés, nous avons appliqué l'indice de Sorensen et les résultats obtenus sont illustrés ci-dessous (Tab.20).

Tableau 20. Indice de Sorensen entre les stations d'études

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	100	55	16	31	13	23	42	11	22	42	66	0	20	42	66	31
2	55	100	16	42	20	23	71	0	28	73	66	16	13	50	77	45
3	16	16	100	38	50	48	9	48	66	30	9	56	59	40	16	43
4	31	42	38	100	53	51	26	42	44	20	25	46	45	20	52	50
5	13	20	50	53	100	70	16	48	73	20	7	72	73	30	13	80
6	23	23	48	51	70	100	16	48	73	20	7	72	73	30	13	76
7	42	71	9	26	16	9	100	0	12	66	54	9	7	33	57	29
8	11	0	48	42	48	38	0	100	34	0	0	64	40	7	11	38
9	22	28	66	44	73	69	12	34	100	27	13	66	72	53	28	70
10	42	28	30	20	20	22	66	0	27	100	50	30	19	48	52	43
11	66	66	9	25	7	17	54	0	13	50	100	0	7	48	66	35
12	66	16	56	46	72	66	9	64	66	30	0	100	64	40	8	68
13	0	1	59	45	73	68	7	40	72	19	7	64	100	50	13	69
14	42	50	40	20	30	33	33	7	53	48	48	40	50	100	42	48
15	66	77	16	52	13	15	57	11	28	52	66	8	13	42	100	38
16	31	45	43	50	80	76	29	38	70	43	35	68	69	48	38	100

1. Ait Alaoua ; 2. Ait Ouabane ; 3. Akfadou ; 4. Boghni ; 5. Draa Ben Khedda ; 6. Djebla ; 7. Djemaa ; 8. Freha ; 9. Makouda ; 10. Ouacif ; 11. Ouadhia ; 12. Souamaa ; 13. Taksebt ; 14. Tikdjda ; 15. Tirourda ; 16. Ait Toudert.

Le tableau 20 nous renseigne sur le degré de similitude entre les sites d'étude. Nous avons enregistré un maximum de similitude de 80%, et un minimum de 0%. En effet le site 16 (Ait toudert) et 5 (Draa ben Khedda) avec 80% de similarité présentent des caractéristiques abiotiques et biotiques communes, ce sont des retenues collinaires à paysage ouvert où la végétation riveraine est composée principalement de *Phragmites australis* qui est présente pratiquement en permanence dans la plupart des sites d'eaux stagnantes prospectés.

En revanche les sites (1 ; 12) ; (8 ; 2) ; (8 ; 7) ; (10 ; 8) ; (11 ; 8) ; (12 ; 11) n'ont aucune similitude entre eux (0%).

4.2. Structure de la communauté odonatofaune

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de l'indice de Simpson (1-D) et de l'indice d'équitabilité de Pielou (E) appliqués aux différents sites d'étude des deux écosystèmes lotiques et lentiques sont illustrés ci-dessous (Fig.85) et (Fig.86).

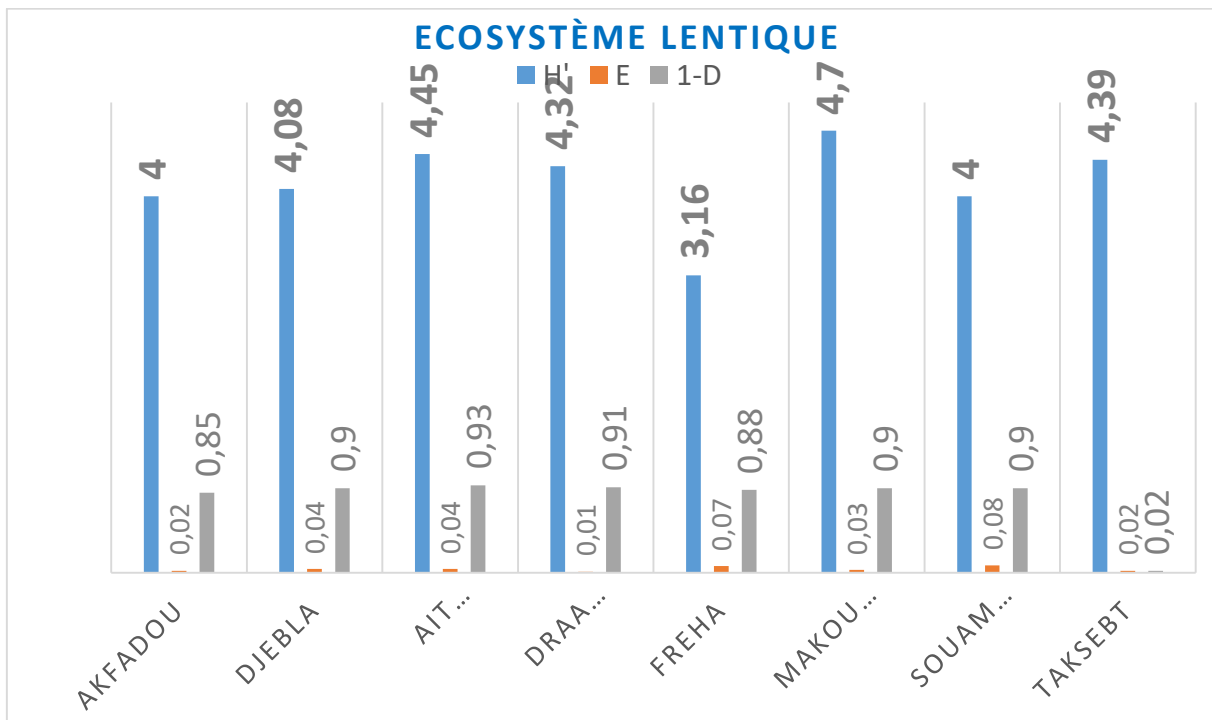


Figure 85. Moyenne des indices écologiques des différentes stations d'eau lentique

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour les différentes stations d'échantillonnage d'eau lentique oscillent entre 3.16 et 4.70 bits. Ce dernier est enregistré au niveau de la station de Makouda.

Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 0 ce qui signifie qu'il n'y a pas une équirépartition des espèces des différentes stations d'échantillonnage et qu'il y a dominance d'une espèce.

Dans l'écosystème lotique, l'indice de Shannon (H') varie entre 2.32 à 4.24 bits.

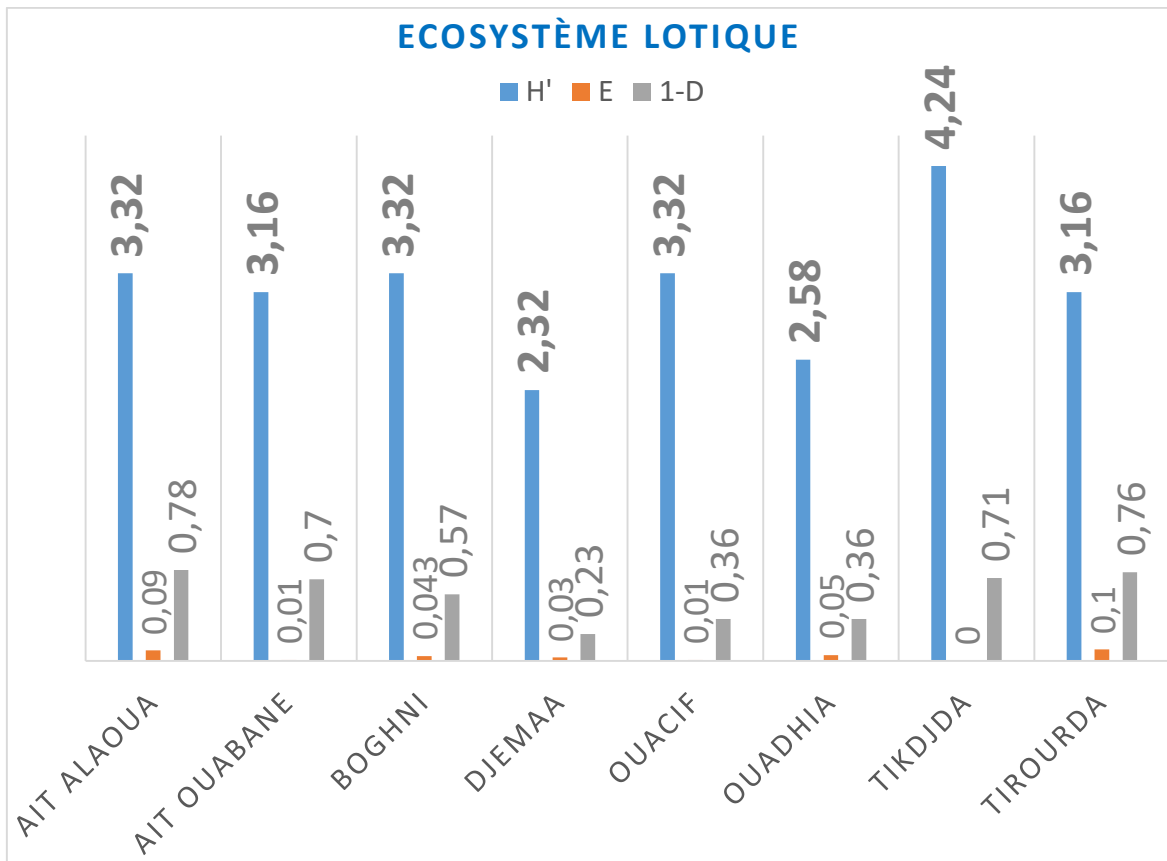


Figure 86. Moyenne des indices écologiques des différentes stations d'eau lotique

4.3. Affinité des espèces

La représentation des résultats sur un dendrogramme obtenu à partir de la Classification Ascendante et Hiérarchique (CAH) des espèces des écosystèmes lenticques et lotiques sont représentés dans les figures 87, 88, 89, 90 ci-dessous.

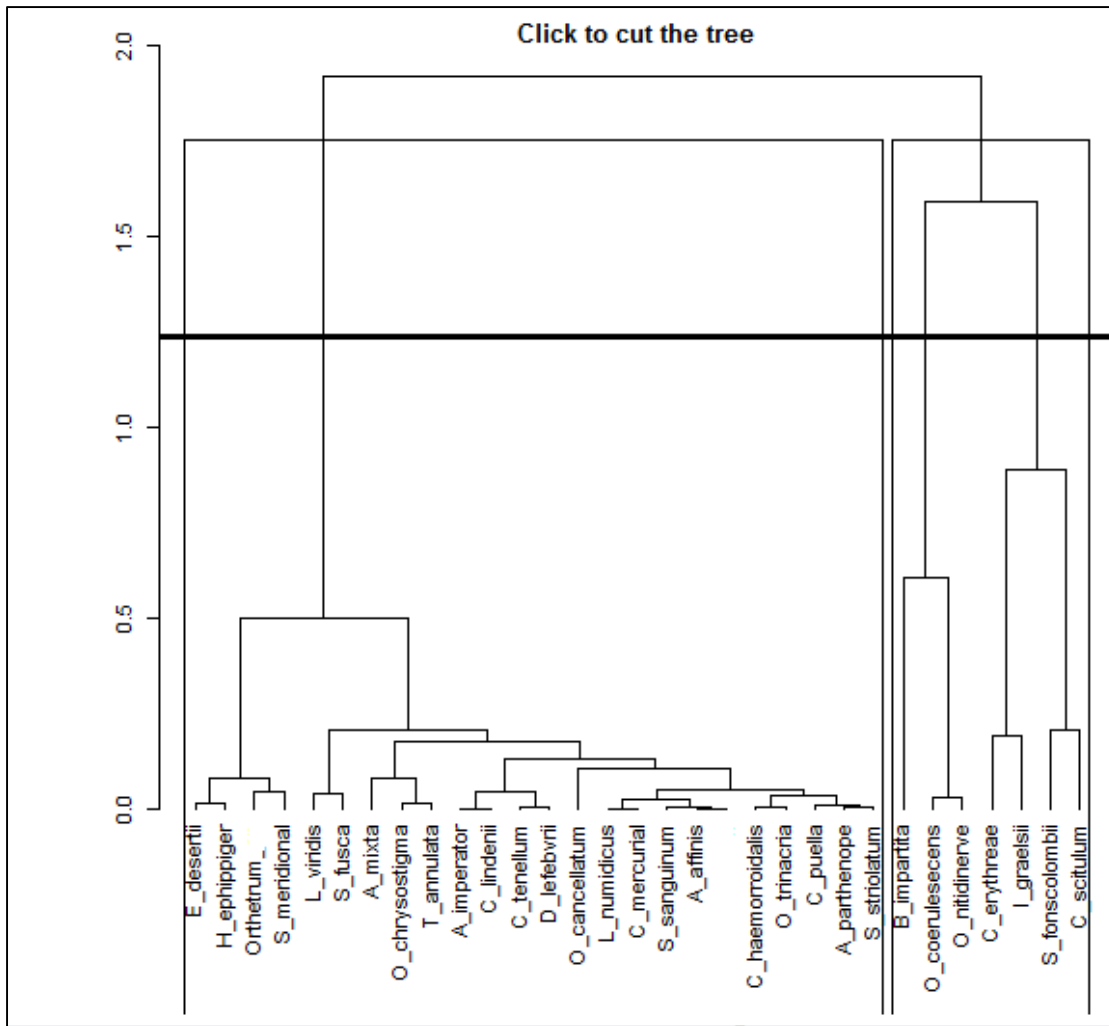


Figure 87. Dendrogramme des espèces de l'écosystème lentique

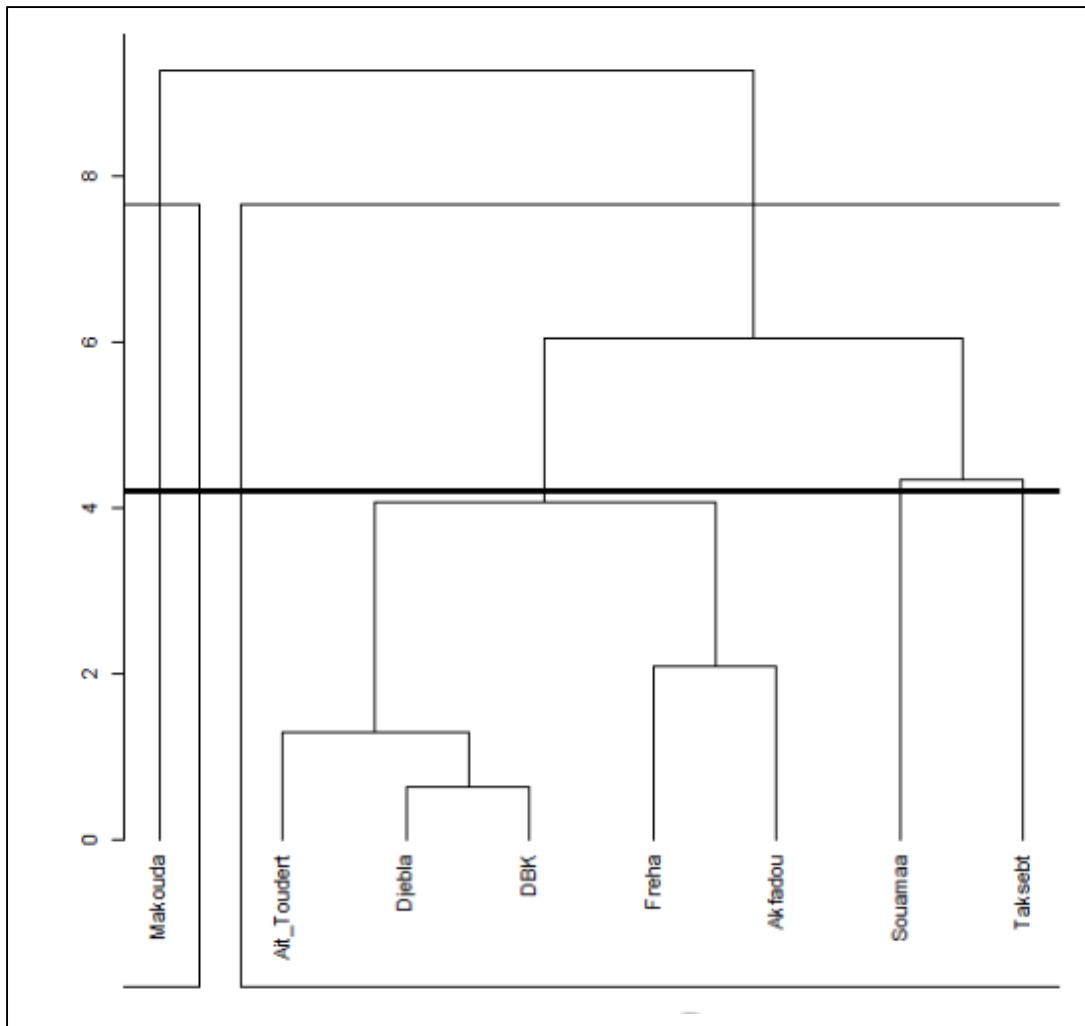


Figure 88. Dendrogramme des stations de l'écosystème lentique

Au niveau de l'écosystème lentique, cette classification à permet de scinder les sites et les espèces ayant des similitudes en deux groupes. Le premier groupe est composé d'une seule station avec 24 espèces et le second groupe est composé de 7 stations et 7 espèces.

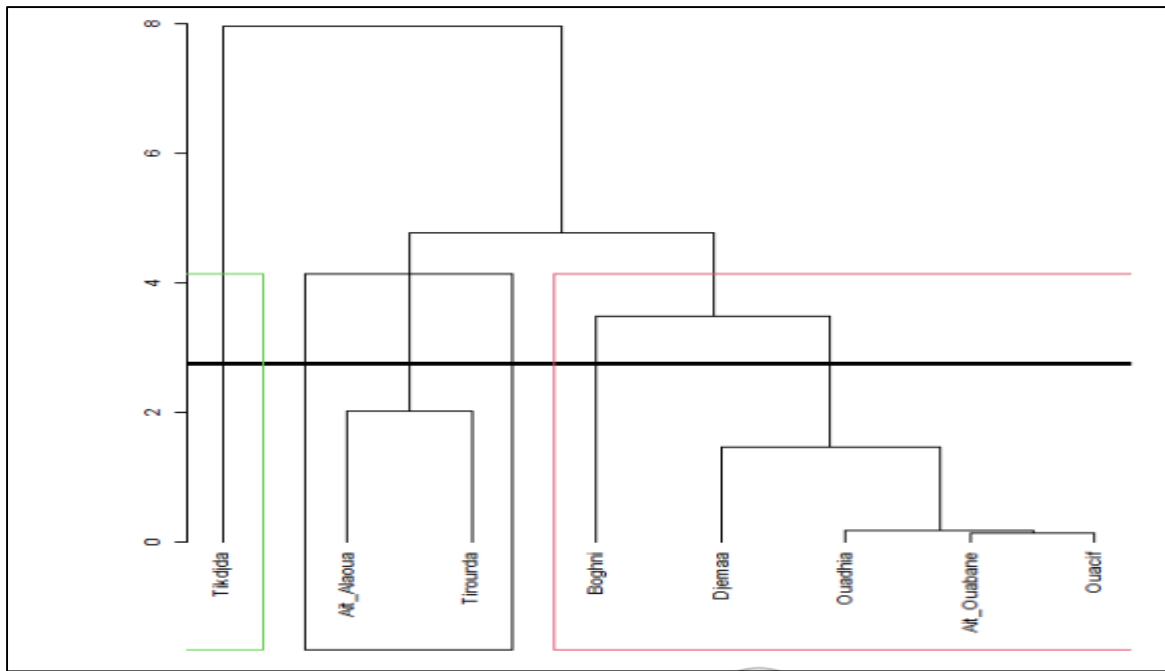


Figure 89. Dendrogramme des stations de l'écosystème lotique

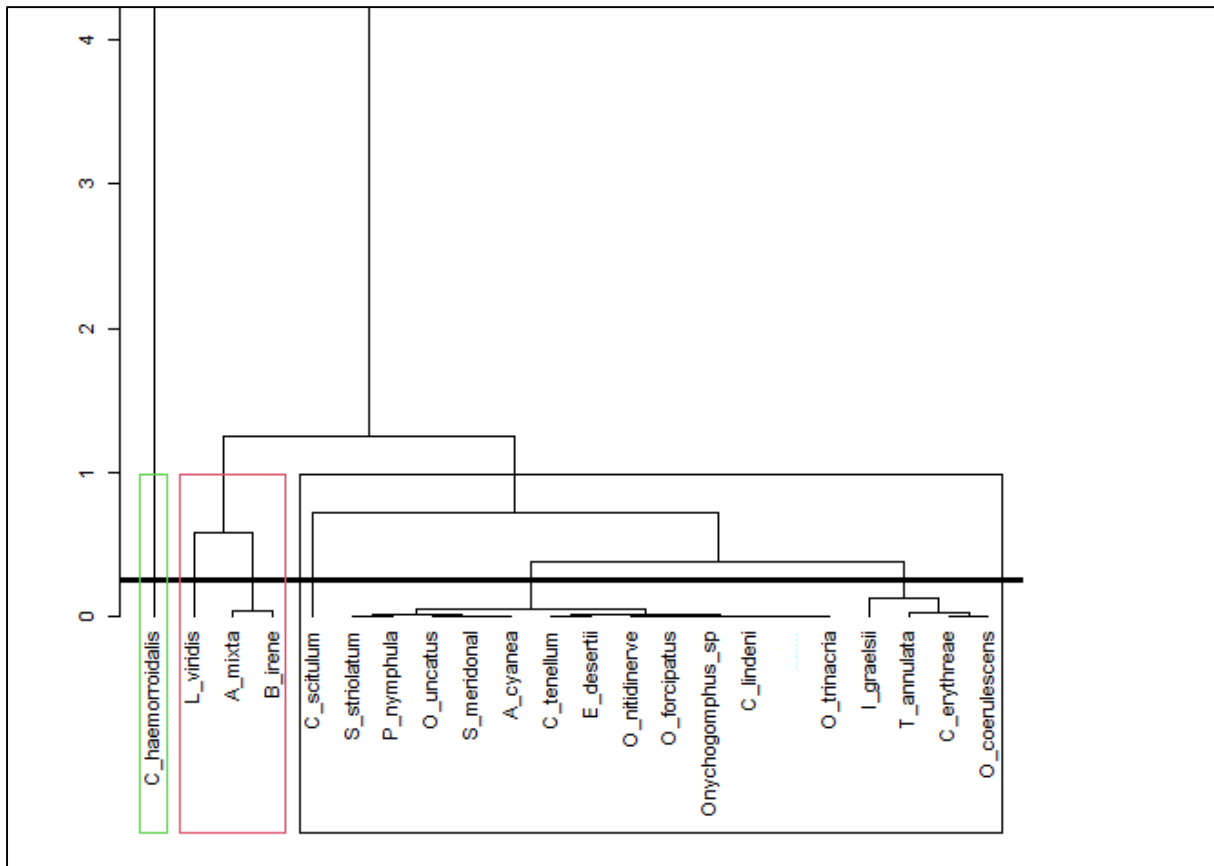


Figure 90. Dendrogramme des espèces de l'écosystème lotique

Pour le dendrogramme des eaux lotiques, la classification ascendante hiérarchique a également permis de scinder les espèces inventoriées selon trois groupes par rapport aux stations d'échantillonnage. Ainsi, le dendrogramme distingue le groupe 1 composé de 5 stations avec 18 espèces présentant relativement le même degré de similitude. Ce dernier est le plus similaire au groupe 2 formé par les stations de Tirourda et d'Ait Alaoua. L'ensemble de ces deux groupes (1 et 2) est relié plus haut avec la station de Tikdjda formant à elle seule le groupe 3 suggérant ainsi la dissimilitude la plus forte.

4.4. Analyse factorielle des correspondances

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques environnementales et le peuplement odonatologique des différentes stations des deux écosystèmes lotiques et lentiques, l'analyse factorielle des correspondances (Fig.91, 92) a permis de scinder les relations existantes.



Figure 91. AFC indiquant l'organisation des espèces en fonction des stations d'études

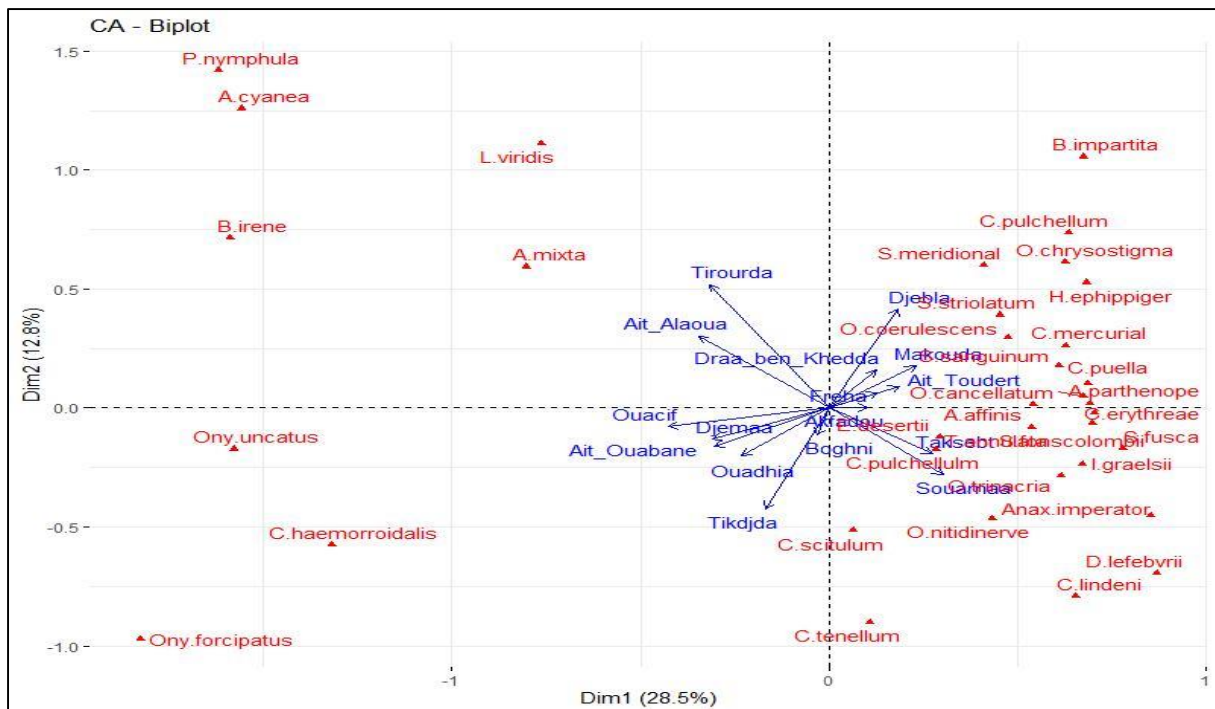


Figure 92. AFC indiquant l'organisation des espèces en fonction des stations d'étude

Les résultats obtenus par l'AFC montrent que 41.3 % de l'information est récupérée par les deux axes (D1 et D2), l'axe D1 avec 28.5% porte plus d'information que l'axe D2 (12.8%). Les stations de Ouacif et Ait Alaoua sont celles qui apportent le plus d'informations pour l'axe 1 tandis que les stations Tirourda et Tikkjda sont celles qui apportent le plus d'information pour l'axe 2 (Annexe 2).

En observant le graphique, nous pouvons remarquer que l'axe 1 discrimine les stations et les espèces inféodées aux écosystèmes lotiques et celles qui caractérisent l'écosystème lentique.

5. Caractérisation environnementale

Afin de comprendre et de cerner les facteurs qui régissent cette population en terme de ces variables (richesse, abondance et indices) et particulièrement l'altitude une caractérisation environnementale à travers la description des conditions existantes (Paramètres physico chimiques de l'eau) et liées ces conditions avec les relevés biologiques, des tests statistiques ont été réalisés et les résultats sont illustrés au-dessous.

Le tableau 21 ci-dessous nous renseigne sur les moyennes annuelles des variables environnementales enregistrées dans les stations d'échantillonnage des deux écosystèmes lotiques et lentiques durant la période d'étude.

Tableau 21. Paramètres environnementales des différentes stations d'étude

Stations	Alt	pH	T(Eau)	T(Air)	Type	Couvert végétal
Makouda	72	8.80	23.4	25,9	S	Ouvert
Draa Ben Khedda	91	8.70	24.94	25,9	S	Ouvert
Taksebt	100	8.15	23.28	25,9	S	Ouvert
Freha	139	7.24	23.65	25,9	S	Ouvert
Djebla	153	8,87	28,5	25,9	S	Ouvert
Souamaa	235	8.47	24.21	25,9	S	Ouvert
Ait Toudert	276	8,28	23	25,9	S	Ouvert
Akfadou	1572	8,62	17,7	19,4	S	Ouvert
Boghni	321	8.34	18.63	23,03	C	Semi-ombragé
Ouadhia	386	8.56	16.86	23,03	C	Ouvert
Ouacif	457	8.32	17.72	23,03	C	Semi-ombragé
Djema	462	8.48	16;4	23,03	C	Semi-ombragé
Ait Ouabane	911	8.10	14.46	20.70	C	Ombragé
Tirourda	1135	8.47	14.63	19,4	C	Ombragé
Ait Alaoua	1189	8.39	14.18	19,4	C	Ombragé
Tikdjda	1458	7.4	16.42	19,4	C	Ouvert

S : Statgnante ; C : Courante

5.1. Variation temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau (in situ).

Les moyennes mensuelles du pH de l'eau ne montrent pas une forte variabilité intra-annuelle entre les stations d'études dans les deux écosystèmes lotiques et lentique et restent alcalines, oscillant entre 8.45 et 9.05 dans les eaux courantes et entre 8.60 et 9.24 dans les eaux stagnantes. (Fig.93 et 94).

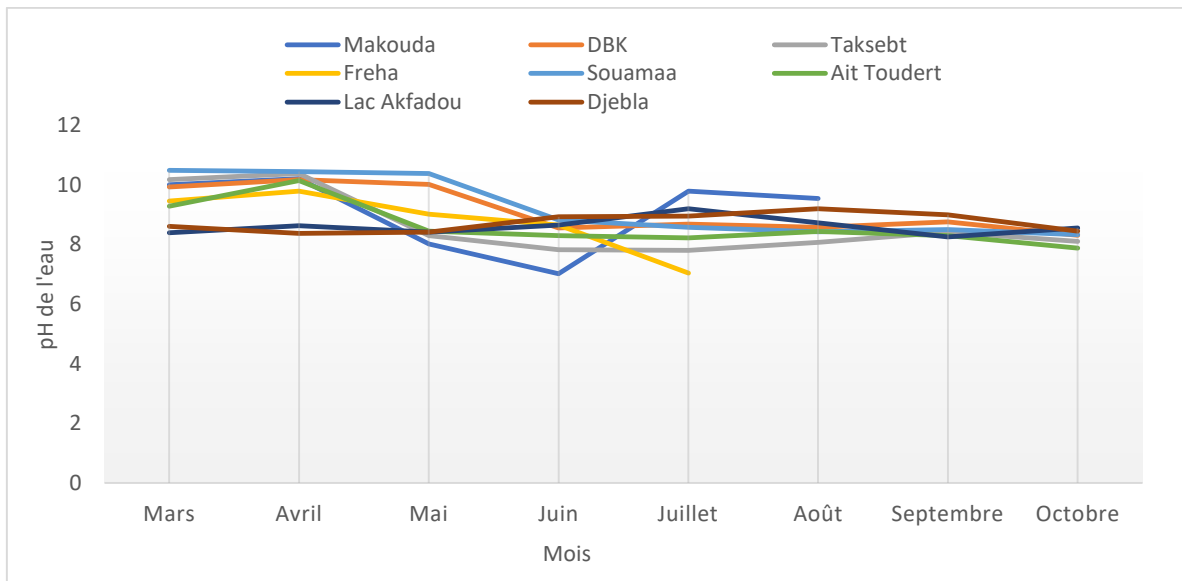


Figure 93. Evolution mensuelle du pH de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lentique (suivi 2021/2022)

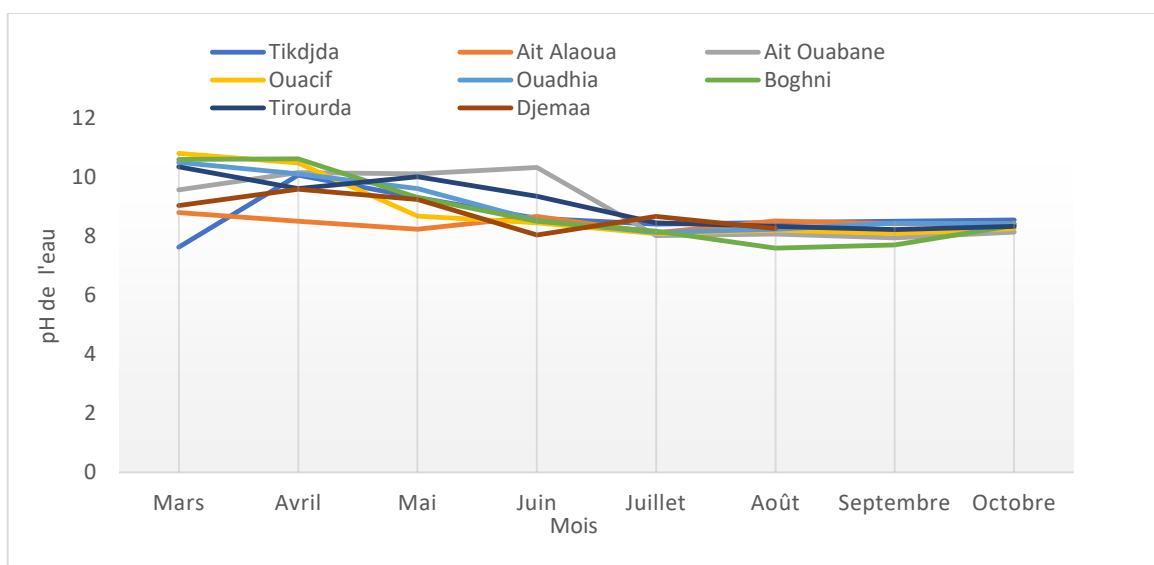


Figure 94. Evolution mensuelle du pH de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lotique (suivi 2021/2022)

Les températures de l'eau fluctuent durant l'année selon le même rythme que les températures de l'air à quelques degrés légèrement inférieurs. Elles sont plus importantes au niveau des stations de l'écosystème lentique, oscillent entre 15.5° et 30.2° où on enregistre un pic au mois de juillet pour toutes les stations d'étude (Fig.95).

Au niveau de l'écosystème lotique, les températures oscillent entre 10 et 26.5 avec un pic enregistré au mois de juin pour la station de Djemaa (Fig.96).

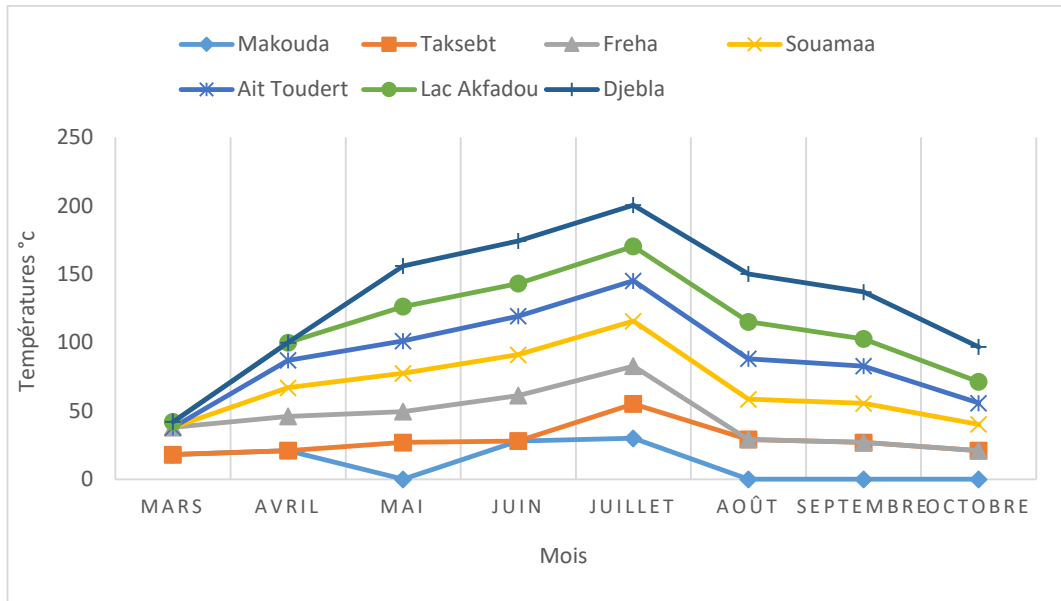


Figure 95. Evolution mensuelle de la température de l'eau in situ dans les différentes stations de l'écosystème lentique (suivi 2021/2022)

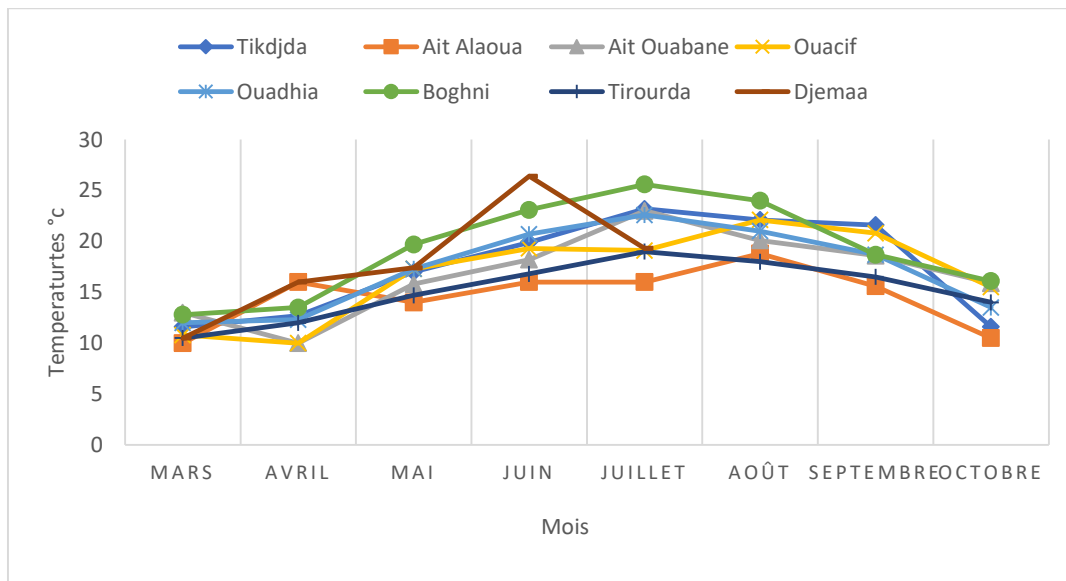


Figure 96. Evolution mensuelle de la température de l'eau in situ dans les différentes stations d'étude de l'écosystème lotique (suivi 2021/2022)

Les valeurs mensuelles du pH et températures mesurées in situ pour chaque station d'échantillonnage sont rapportés dans l'annexe 2.

5.2. Corrélation entre les variables

Les corrélations entre les différentes variables étudiées dans la présente étude sont démontrées dans le tableau (Tab. 22) ci-dessous. Sachant que le facteur altitude régit la répartition de certaines espèces d'odonates, nous avons voulu vérifier si cela reste vrai à une échelle plus régionale.

Tableau 22. Corrélation entre les différents paramètres

P. Env.	Alt	pH	T(Eau)	T(Air)	S	N
Alt	1.0000000	-0.194723	-0.73646	-0.948083	-0.1834086	-0.10872
pH	-0.1947237	1.0000000	0.1821014	0.1468293	0.0043776	-0.11298
T(Eau)	-0.7364613	0.18210141	1.0000000	0.8832139	0.56765732	0.352996
T(Air)	-0.40632430	0.14682931	0.8832139	1.0000000	0.9480835	0.258775
S	-0.1834086	-0.0043776	0.5676573	0.4063243	1.00000000	0.754841
N	-0.1087278	-0.1129813	0.3529967	0.2587751	0.75484156	1.000000

Valeur critique =0.48

Le tableau montre une corrélation positive entre les températures de l'eau et de l'air. La valeur enregistré est de 0.88 qui est supérieur à la valeur critique. Cependant, la richesse augmente avec l'augmentation de la température. Nous avons obtenu le même résultat par rapport à la relation entre la richesse et l'abondance.

En revanche, la relation entre le pH de l'eau avec la richesse (S) et l'abondance (N) est négative, donc pas d'effet significatif. Le même résultat est enregistré pour la corrélation entre l'altitude et la richesse (S) ; l'altitude et l'abondance (N).

5.3. Distribution altitudinal des espèces recensées

La caractérisation de la communauté odonotofaune le long d'un gradient altitudinal est étudiée et le tableau 23 ci-dessous traduit la succession des espèces en partant des éléments les plus alticoles jusqu'aux espèces de plaine. Cette distribution donne en même temps un aperçu sur les densités des populations.

Tableau 23. Répartition altitudinal des espèces recensées

Espèces	Observation par altitude (m)		
	0- 500 m	500 – 1000 m	+ 1000 m
<i>Aeshna affinis</i>	+	+	+
<i>Aeshna cyanea</i>	-	-	+
<i>Aeshna isoceles</i>	+	+	-
<i>Aeshna mixta</i>	+	+	+
<i>Anax imperator</i>	+	+	+
<i>Anax parthenope</i>	+	-	+
<i>Boyeria irene</i>	-	+	+
<i>Brachythemis impartita</i>	+	+	-
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	+	+	+
<i>Coenagrion tenellum</i>	+	-	+
<i>Chalcolestes viridis</i>	-	+	+
<i>Coenagrion caeruleascens</i>	+	+	+
<i>Coenagrion puella</i>	+	-	+
<i>Coenagrion mercuriale</i>	+	-	+
<i>Coenagrion scitulum</i>	+	-	+
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	-
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	+	-	-
<i>Enallagma deserti</i>	+	-	+
<i>Enallagma viridulum</i>	+	-	-
<i>Erythromma lindenii</i>	+	-	+
<i>Gomphus lucasii</i>	+	-	-
<i>Hemianax ephippiger</i>	+	-	+
<i>Ischnura graellsii</i>	+	+	+
<i>Lestes barbarus</i>	-	+	+
<i>Lestes virens</i>	+	+	+
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	+	-	-
<i>Onychogomphus uncatus</i>	+	-	-
<i>Onychogomphus costae</i>	+	-	-
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	+	-
<i>Orthetrum coerulescens</i>	+	-	+
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	+	+	-
<i>Orthetrum trinacria</i>	+	-	-
<i>Orthetrum cancellatum</i>	+	+	+
<i>Platynemesis subdilatata</i>	+	-	+
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	-	+
<i>Sympecma fusca</i>	+	-	+
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	+	+	+
<i>Sympetrum meridionale</i>	-	+	+
<i>Sympetrum sanguineum</i>	-	+	+
<i>Sympetrum striolatum</i>	+	+	+
<i>Trithemis annulata</i>	+	-	-
Totale= 41	34	20	28

L'examen de cet assemblage odonatologique a permis de répartir les éléments de ce peuplement en trois grands groupes plus ou moins distincts :

Dix (10) espèces semblent avoir une large distribution altitudinale, allant de basses altitudes à de hautes altitudes dépassant largement les 1000 m ; ce sont : (*Calopteryx haemorrhoidalis* ; *Lestes virens* ; *Coenagrion caerulescens* ; *Ischnura graellsii* ; *Aeshna affinis* ; *Aeshna mixta* ; *Anax imperator* ; *Orthetrum cancellatum* ; *Sympetrum fonscolombii* ; *Sympetrum striolatum*).

Par contre, sept (7) sont observés uniquement en basse altitude, à savoir *Onychogomphus forcipatus*, *Diplacode lifebvrei*, *Gomphus lucasii*, *Onychogomphus costae*, *Onychogomphus uncatu*, *Erythromma viridulum* et *Trithemis annulata*

Cependant, les espèces *Aeshna cyanea*, *pyrrhosoma nymphula* semble préférer les hautes altitudes au-dessus de 1000 m.

Cinq (05) autres semblent préférer les moyennes et hautes altitudes, puisqu'ils n'ont été rencontrés qu'au-dessus de 500 m. Il s'agit de *Aeshna isoceles*, *Othetrum nitidinerve*, *Brachythemis impartita*

En revanche, un groupe de neuf taxons ubiquistes (*Ischnura graellsii*, *Coenagrion caerulescence*, *Lestes virens*, *Anax imperator*, *Aeshna affinis*, *A. mixta*, *Orthetrum cancellatum*, *Sympetrum fonscolombii*, *S. striolatum*), répartis sur une large gamme altitudinale, semblent indifférent aux conditions prévalant dans les différents biotopes et se comporte comme généralistes.

La richesse spécifique semble être plus importante en basse altitude (0-500m) et en haute altitude (> 1000 m) avec 34 et 28 espèces recensées successivement.

La région de la moyenne montagne semble la moins déversifié avec seulement 20 espèces sur les 41 taxa recensées.

5.4. Effet de l'altitude sur la distribution

Les résultats obtenus avec les modèles non linéaires appliqués pour comprendre l'effet de l'altitude sur l'abondance et la richesse sont illustrés dans les figures 97 et 98 et ci-dessous.

Le modèle illustré ci-dessous (Fig.97) est logarithmique, c'est-à-dire l'abondance (N) diminue avec l'altitude.

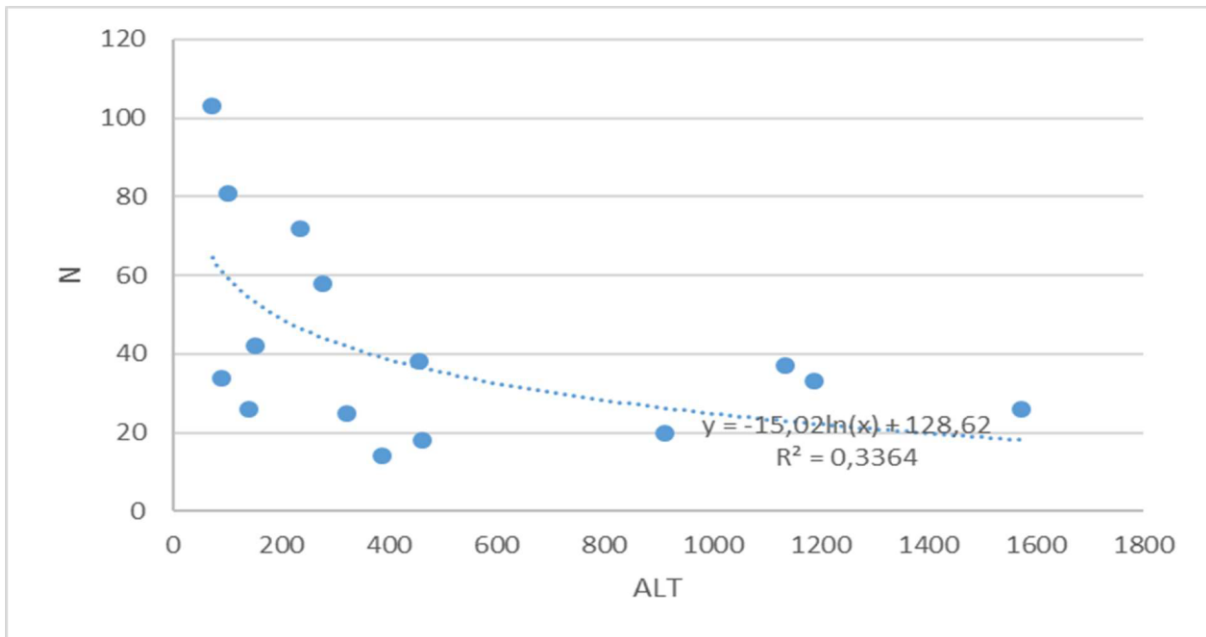


Figure 97. Effet d'altitude sur l'abondance (N)

Par ailleurs, l'effet de l'altitude sur la richesse, le modèle obtenu est de forme polynomiale, la richesse (S) diminue avec les altitudes moyennes (jusqu'à 400), ensuite la richesse (S) remonte pour les hautes altitudes (Fig.98).

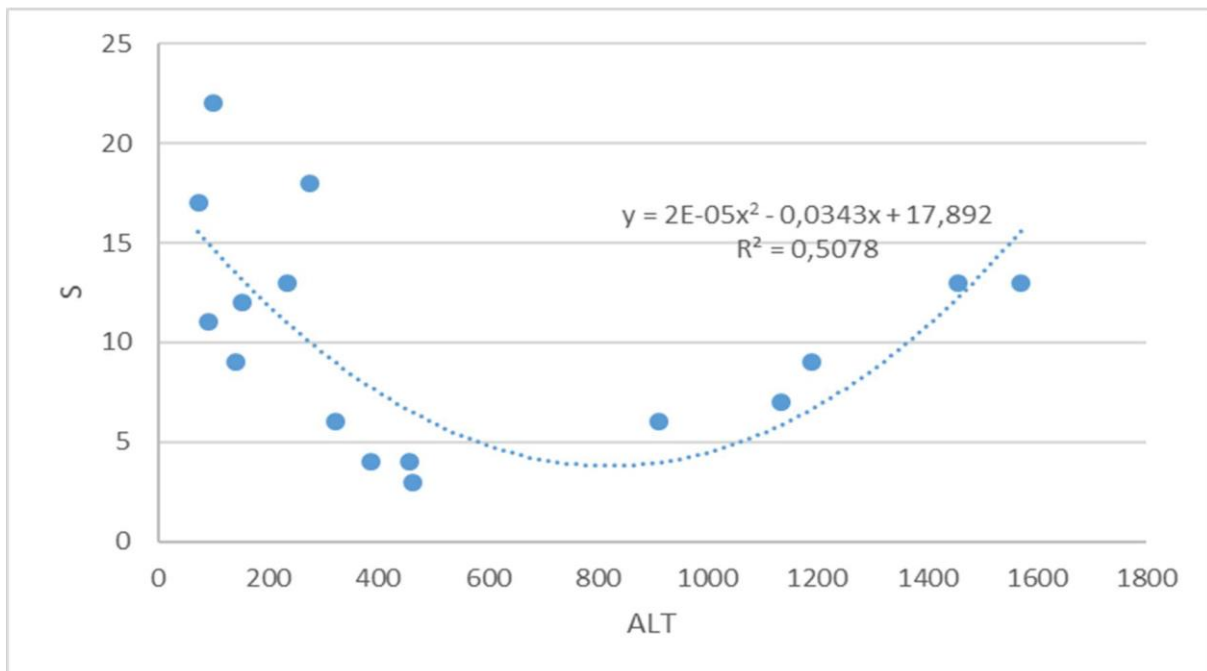


Figure 98. Effet de l'altitude sur la richesse

5.5. Analyse descriptive du cortège odonatologique.

L'évaluation de la distribution (abondance et richesse) du peuplement odonatologique selon le type de l'écosystème et la nature des habitats selon la couverture végétale est illustrée ci-dessous (Fig.99).

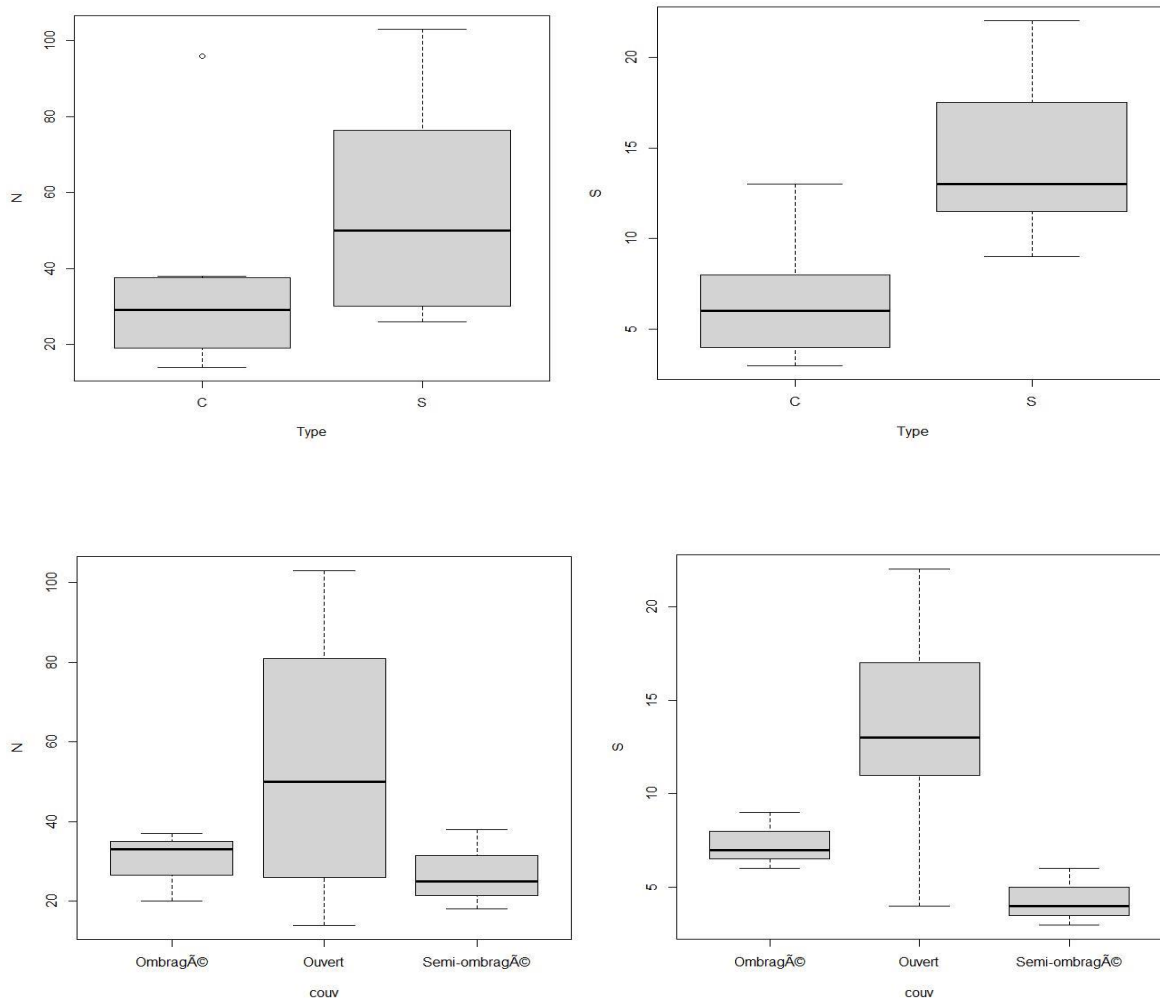


Figure 99. Box plots des variations de l'abondance et de la richesse selon le type d'écosystème et la nature des habitats

Les analyses descriptives de l'abondance et de la richesse dans les eaux courantes et stagnantes sont représentées par des box plots, et les barres noires horizontales correspondent aux valeurs médianes.

L'évaluation de la distribution a révélé une variation significative entre les abondances et les richesses par rapport au type d'écosystème (lotique et lentique).

En effet, la série de diagrammes a montré que les eaux stagnantes sont celles qui présente des abondances (N) plus importante que les eaux courantes.

Les tendances entre les différentes natures des stations d'étude des deux écosystème lotique et lentique par rapport au couvert végétale ont montré aussi des variations dans les abondances et la richesse. Les valeurs les plus faibles ont été obtenues dans les stations ombragées soit la station de Ait Ouabane, Tirourda et Ait Alaoua. En revanche le milieu ouvert et celui qui présente le nombre élevé en terme d'abondance et de richesse.

5.6. Effet du couvert végétal sur la distribution

Afin d'étudier la distribution du cortège odonatologique selon le type d'écosystème et la nature de l'habitat en fonction du couvert végétal, une régression de poisson est appliquée.

Le modèle linéaire généralisé a démontré une différence de distribution entre les milieux ouverts et ombragés (Tableau 24,25).

Tableau 24. Modèle linéaire générale de la richesse /couvet végétal

GLM (formula = S ~ couv, family = poisson, data = dj).

Coefficients.	Estimate Std	Error	Z value	Pr (> z)
Intercept	1.9924	0.2132	9.345	<2e-16 ***
Couv Ouvert	0.05878	2.2353	2.552	0.0007 *
Couv Semi- omb	-0.5261	0.3498	-1.504	0.1326

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tableau 25. Modèle linéaire général de l'abandance/ Couvert végétal

Glm (formula = N ~ couv, family = poisson, data = dj).

Coefficients.	Estimate Std	Error	Z value	Pr (> z)
Intercept	3.4012	0.1054	32.267	<2e-16 ***
Couv Ouvert	0.6098	0.1137	5.364	8.14e-08 ***
Couv Semi- omb	-0.1054	0.1532	-0.688	0.491

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les habitats ouverts ont une [abondance/richeesse] plus élevée que les habitats ombragés (Z=2.55, P=0.01).

L'habitat ombragé et semi-ombragé n'avaient pas une [abondance/richeesse] significativement différente ($z=-1.50$, $P=0.13$).

Le modèle linéaire généralisé a aussi révélé une différence significative entre les deux types d'écosystèmes (Eaux courantes et stagnantes). L'abondance et la richeesse sont plus importante pour l'écosystème d'eau stagnante (Tableau 2 et 27).

Tableau 26. Modèle linéaire général de l'abondance /eaux stagnante

Glm (formula = N ~ Type, family = poisson, data = dj).

	Estimate Std	Error	Z value	Pr (> z)
Intercept	3.55891	0.05965	59.658	<2e-16 ***
Type S	0.45296	0. 07630	5.937	2.91e-09 ***

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

Tableau 27. Modèle linéaire général de richeesse/ eaux stagnante

Glm (formula = S ~ Type, family = poisson, data = dj).

	Estimate Std	Error	Z value	Pr (> z)
Intercept	1.8718	0.1387	13.498	<2e-16 ***
Type S	0.7937	0.1671	4.749	2.04e-06 ***

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

II. Discussion

Le présent travail a permis l'acquisition de données intéressantes du point de vue biodiversité, phénologie, écologie et biogéographie. Notre étude portée essentiellement sur les écosystèmes lotiques et lentiques de la région de Kabylie, nous a permis de recenser 41 taxa dont *Pyrrhosoma nymphula* comme nouvelle espèce pour l'Algérie et porte ainsi à 64 le nombre total des espèces d'odonates du pays. Ces résultats constituent une appréciable contribution à la connaissance de l'odonatofaune d'Afrique du Nord en générale et à la mise à jour de l'odonatofaune d'Algérie en particulier.

La richesse odonotologique de la région de Kabylie inventoriées dans les deux écosystèmes lotiques et lentiques dans plusieurs habitats à situations mésologiques différentes, représente 60% de la faune odonotologique du pays, plus que la moitié du nombre totale des espèces algériennes (63 espèces) (Samraoui et Menai, 1999). Ce constat avoisine le nombre recensé en Numidie (45 espèces) (Samraoui et corbet., 2000) et supérieur à celui de la Kabylie de la Soummam (33 espèces) (Chelli *et al.*, 2019) et de la biodiversité de la vallée de la Seybouse (35 espèces) (Khelifa *et al.*, 2011). Les différences observées résulteraient des conditions écologiques différentes entre les réseaux hydrographiques des massifs montagneux et de l'hétérogénéité des milieux à savoir les deux écosystèmes lotiques et lentiques étudiés. Leurs caractéristiques mésologiques différentes peuvent entre autres s'expliquer par la variation de paramètres environnementaux et la distribution de sites sur une large gamme d'amplitude altitudinale. Toutefois, afin d'obtenir une richesse spécifique plus précise pour chaque site, qui est sûrement plus élevée que celle enregistrée dans ce présent travail, il est important d'identifier les larves et exuvies échantillonnées sur chaque site et de confirmer l'autochtonie de certaines espèces capturées à l'état adulte.

La richesse des eaux courantes (30 espèces) est également importante si on la compare aux résultats de Djemai et Bounaceur (2017) qui ont recensé sur les monts de Chréa un totale de 7 espèces, Sellam bouattoura *et al.* (2018) au Mazafran 15 espèces, Bouhala *et al.* (2019) à l'Oued Cherf (Est Algérie) 21 espèces. La richesse des cours d'eau de montagne peut nous renseigner sur l'état de santé de ces derniers et l'importance de préserver les ruisseaux de forêts dans ce contexte. Il est de la sorte pour la richesse des eaux stagnantes (31 espèces) qui est aussi importante par rapport aux résultats obtenus par Korichi *et al.* (2021) au nord du Sahara 21 espèces et Demnati *et al.* (2019) au Chott Melghir 11 espèces.

Le nombre d'Anisoptère recensé est plus élevé par rapport au nombre d'espèces appartenant aux sous ordre des Zygoptères, cela peut être expliqué par le processus de développement des Anisoptères, car la plupart des espèces ont un cycle d'émergence (passage de la larve à l'adulte) deux fois ou plus par an (bivoltine ou multivoltine), favorisant ainsi les changements dans la composition des espèces dans une courte période de temps (Dow et Reels, 2011). Contrairement aux Zygoptères où la plupart des espèces sont univoltines ou partiellement bivoltines, ceci peut également être expliqué par la capacité de dispersion des Anisoptères, car ce sont généralement des espèces plus grandes et plus robustes, elles ont donc de meilleures capacités de dispersion que les Zygoptères plus petits ayant une capacité de dispersion limitée (Lawler, 2001 ; Suhling et al., 2017), ainsi comme Kalkman et al. (2008) le signale, grand nombre d'espèces (104) appartiennent au sous ordres des Anisoptères et seulement 61 aux sous ordres des Zygoptères en méditerranée.

La richesse spécifique pendant les trois années d'étude a connu une variation d'une année à une autre, cela est lié à l'effort d'échantillonnage et à la durée du suivi étalée sur toute l'année en comblant toute les saisons, de ce fait nous avons pu échantillonner les espèces printannières (précoces) et les espèces tardives.

La structure de l'habitat a une influence sur la diversité et l'abondance des espèces (Halaj et al., 2000). En effet chaque écosystème donne par sa nature et sa spécificité, une opportunité à l'apparition des populations en construisant leurs niches écologiques au voisinage des ressources naturelles (végétation et eau), développant ainsi des adaptations qui les définissent comme espèces caractéristiques. Dans notre étude, les tendances entre les deux écosystèmes ont montré de grands contrastes dans l'abondance et la diversité des taxons, de ce fait les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que certaines espèces ne sont représentées que dans un seul écosystème, cela est dû aux exigences écologiques de chaque espèce.

Au niveau de l'écosystème d'eaux stagnantes, nous avons enregistré une richesse spécifique plus importante de 31 espèces par rapport à l'écosystème d'eau courante. En effet, plus de 90 % des espèces d'odonates vivent dans les milieux aquatiques stagnants (lacs, mares et marais.), les espèces d'eau courante sont moins nombreuses et souvent plus rares (Meurgey, 2019). Nos résultats rejoignent les données de la littérature scientifiques qui dicte les préférences et les appartenances des libellules aux eaux calmes, douces et stagnantes. En outre, nous avons également enregistré quelques espèces lotiques qui peuvent également se reproduire dans des zones lenticques bien oxygénées, comme *Ischnura graellsii* contrairement à ce qui a déjà été mentionné par Jacquemin et Boudot (1999), qui signalent l'appartenance de cette espèce

principalement aux eaux courantes. Hof et *al.* (2006) signalent que quelques espèces, environ (28%) habitent uniquement des plans d'eau lotiques et seulement 14 % des espèces européennes sont capables de se reproduire à la fois dans des plans d'eau lotiques et lenticques.

Le nombre d'espèces plus élevé dans les sites des eaux est un phénomène typique de la région paléarctique où le nombre d'espèces spécialistes des sites lotiques est inférieur à celui des sites lenticques.

La période de vol enregistrées dans la région de Kabylie s'est étendue du mois de février à la fin décembre. Ce résultat concorde avec la période de vol connue de la plupart des odonates méditerranéens (Samraoui et Corbet, 2000).

Il convient de signaler que sur les 41 espèces inventoriées, 10 taxa soient : *Aeshna affinis*, *Aeshna cyanea*, *Aeshna mixta*, *Anax imperator*, *Boyeria irene*, *Onychogomphus uncatius*, *Orthetrum chrysostigma*, *Orthetrum anceps*, *Sympetrum sanguineum*, et *Sympetrum striolatum* ont été déjà rapportées par Lacroix (1925) en Kabylie in (Samraoui et Menai, 1999).

En se basant sur la liste rouge de l'UICN, l'analyse de notre assemblage odonatologique révèle l'existence d'espèces quasi menacées (NT), ce sont *Coenagrion mercuriale* et *Onychogomphus costae*, d'espèces vulnérables (*Aeshna affinis*, *Aeshna isocles*) et d'espèces à préoccupation mineurs (LC).

La présence d'*Onychogomphus uncatius* (Charpentier, 1840) dans cette région est importante, car peu de populations de cette espèce sont connues en Afrique du Nord (korbaa et *al.*, 2014), La présence de cette espèce dans la station de l'Djemaa a aussi été citée par Hamzaoui et *al.*, 2015 dans la même station lors de leurs investigations sur les Gomphidaes d'Algérie. Une protection de ce bassin hydrographique est donc nécessaire afin de conserver ces espèces.

D'un point de vue géographique, le peuplement odonatologique de la région de Kabylie est d'origine paléarctique avec une prédominance d'éléments Méditerranéens.

Les espèces endémiques de la méditerranée été représentées dans cette étude par *Onychogomphus costae* et composées ainsi d'espèces endémiques du Maghreb (*Platynemis subdilatata*, *Enallagma deserti* et *Gomphus lucasii*).

Dans cette étude, nous avons enregistré la présence de *Coenagrion mercuriale* dans quatre sites (25% de tous les sites). Avec les enregistrements récents de *C. mercuriale* dans l'extrême nord-ouest du pays (El Bouhissi et *al.*, 2022), l'aire de répartition géographique de l'espèce dans le

nord de l'Algérie s'est élargie, révélant la présence d'un grand nombre d'espèces dans le Nord de l'Algérie et une aire de répartition plus vaste que ce qui a été prédit.

L'espèce endémique méditerranéenne *O. nitidinerve* a également été recensée dans quatre sites, ce qui suggère que l'espèce n'est pas commune localement, bien que l'espèce semble plus fréquente dans le Nord-Ouest et le Nord-Est du pays.

C. puella n'a été enregistré que dans deux sites, ce qui correspond à la nature rare de l'espèce ce qui concorde avec la rareté de l'espèce en Afrique du Nord (Boudot et al., 2009).

Parmi les 7 familles inventoriées, les deux familles Libellulidae et Coenagrionidae sont les plus dominantes, nous pouvons l'expliquer par la capacité d'adaptation des espèces appartenant à ces familles à une grande variété d'habitats aquatiques (Guellaf et al., 2021). La famille des Libellulidae est la plus abondante car elle compte le plus grand nombre de genres (7 genres) (Aguilar et dommanget., 1985).

Une espèce dominante joue un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes ; elle intervient dans le maintien de leurs équilibres (Deghiche-Diab, 2020). Dans la présente étude, *Calopteryx haemorrhoidalis* est l'espèce dominante dans la région, rejoignant ainsi les résultats de Samraoui et Menai (1999) qui mettent en évidence sa dominance dans l'atlas tellien.

Concernant les espèces, *Sympetrum meridionale* et *Anax parthenope*, elles ont été décrites comme étant très communes et répandues dans la Méditerranée (Boudot et al., 2009), mais pas en Algérie (Khelifa et al., 2011), s'agissant des résultats de cette étude, ces deux espèces suivent le résultat soulevé par Khelifa et al. (2016) où ils confirment la réhabilitation et l'expansion de ces espèces.

Notre enquête a généré des informations précieuses pour l'odonatofaune de d'Afrique du Nord. *Pyrrhosoma cf. nymphula* est une nouvelle espèce en Algérie, ce qui comble une lacune dans sa distribution entre ses aires de répartition connues en Tunisie et au Maroc. Ce nouveau record est environ 400 km de la localité tunisienne la plus proche rapportée par Korbaa et al. (2014) et à environ 650 km de la limite la plus proche de l'aire de répartition géographique du Maroc signalée par la liste rouge de l'UICN (Kalkman, 2014). Cela suggère que l'espèce a une distribution très inégale en Afrique du Nord, où elle semble survivre en tant que relique glaciaire. Alors que l'analyse génétique a révélé que les populations marocaines de *P. cf. nymphula* sont différenciées des populations européennes de *P. nymphula* et de *P. elisabetha* (Guan et al., 2013), il serait donc intéressant de déterminer s'il existe des différences génétiques

entre les populations de *P. cf. nymphula* isolées d'Algérie, du Maroc et de la Tunisie comme c'est le cas pour d'autres espèces de zygoptères (Ferreira et al., 2016).

Dans notre étude, *P. cf. nymphula* a été recensée à une altitude relativement élevée (~1 200 m). L'altitude enregistrée se situe dans la gamme d'élévations rapportées pour cette espèce en Afrique du Nord. On pensait que l'espèce était limitée à des altitudes moyennes et élevées au Maroc (1000-1500 m) au-dessus du niveau de la mer (Jacquemin et Boudot, 1999), mais de nouvelles études dans le Nord du pays ont révélé des populations à des altitudes plus basses (El Haissoufi et al., 2015). Les deux localités qui ont été récemment signalées pour la Tunisie étaient à des altitudes plus basses (~600 m) (Korbaa et al., 2014). En outre, *P. cf. nymphula* a été trouvé dans un cours d'eau à débit relativement rapide au sein d'une forêt de chênes à feuilles persistantes. Les mêmes caractéristiques du site de recensement de l'espèce sont constatées par rapport à celles décrites par Korbaa et al. (2014) en Tunisie et la plupart des populations marocaines (El Haissoufi et al., 2015). Cependant, l'espèce présente une plus large gamme d'habitats en Europe avec à la fois des eaux courantes et des eaux stagnantes bien végétalisées, selon la région (Mafuwe et Moyo, 2020).

En plus de *P. cf. nymphula*, les espèces rares au niveau régional *Aeshna cyanea*, *Onychogomphus uncatius*, et *Boyeria irene* ont également été enregistrées dans cette étude, étendant ainsi la géographie connue de ces espèces en Afrique du Nord.

Le recensement des espèces ayant des abondances faibles, prouve en outre que leur statut, et la distribution est encore très peu connu. Les estimateurs non paramétriques, nous renseigne sur la possibilité de recenser encore 6 espèces, soient Chao 43.38 ± 2.50 ; jacknif1 47.12 ± 3.75 et bootstrap 44.44 ± 3.13 , il sera donc opportun d'élargir les prospections et le suivi régulier pour connaître l'évolution des populations présentes et mettre en œuvre des mesures de protection indispensables à la préservation de ce groupe d'espèces. Nous suggérons que les habitats lotiques de montagne devraient être mieux étudiés et surveillés afin d'augmenter la connaissance des espèces rares.

L'hétérogénéité et la structure des habitats peuvent être considérées comme l'un des principaux facteurs déterminant la richesse et la diversité des espèces dans divers écosystèmes (Pires et al., 2022). En effet, chaque écosystème donne, par sa nature et sa spécificité, une opportunité à l'apparition de populations en construisant leurs niches écologiques à proximité des ressources naturelles (végétation et eau), développant ainsi des adaptations qui les représentent comme des espèces caractéristiques.

Nos résultats indiquent une différence dans la composition de l'assemblage d'odonates entre les types d'habitat. Cependant, les caractéristiques, les conditions biologiques, la localisation géographique et l'environnement de l'étang déterminent la population d'odonates qui peut aller d'aucune espèce (étang forestier très fermé) à plus de vingt dans les meilleures conditions (étang ouvert) ainsi, les odonates sont des insectes volants mobiles, dont la capacité de dispersion peut varier considérablement d'une espèce à l'autre. Au niveau des marais, lacs et barrages, la richesse est plus importante cela pourrait être expliqué par le fait que les paysages sont ouverts, la luminosité est importante et la température de l'eau est élevée, surtout aux heures les plus favorables à l'activité des libellules (10h - 14h) comme le signale Grand et Boudot (2006) et Lebrasseur (2013). En revanche, la plupart des espèces lenticules enregistrées dans cette étude ont une préoccupation mineure (LC) en termes de conservation, et ont de vastes aires de répartition géographique dans la région paléarctique (Dijkstra et Schröter, 2020).

Nous concluons que l'habitat a un effet sur la richesse et l'abondance des espèces et nous confirmons que l'ensoleillement du site est crucial pour le peuplement odonatologique. Dans ce travail, la retenue collinaire de Makouda est le site le plus riche ; ce dernier est un milieu ouvert et la pollution se limite à quelques utilisations d'engrais dans les terres agricoles environnantes. Selon Perron (2020), la structure complexe de la végétation présente sur les berges des rivières contribue probablement à une plus grande diversité de microhabitats aquatiques utilisables par les nymphes d'odonates et à un plus grand nombre de sites de perchage, de repos et de ponte pour les adultes. En revanche, la station de l'Djemaa est la moins riche, probablement en raison du fait que cette station reçoit d'importants apports de rejets domestiques et à l'activité saisonnière des huileries situées en amont de l'oued, affectant ainsi la composition de la macro-invertébrés.

Les indices écologiques montrent une certaine stabilité du peuplement durant notre période d'étude. Globalement, le peuplement est diversifié, moyennement équilibré et peu dominé et l'espèce *Calopteryx haemorrhoidalis* prend le dessus.

Les libellules sont considérées comme de bons bio indicateurs du milieu (Bried et Samways, 2015), car elles manifestent une sensibilité aux changements environnementaux (Riservato et al., 2009). En comparant la richesse entre les stations, nous constatons que le site de Fréha dans l'écosystème lenticule est le plus pauvre, cela peut être expliqué par la position semi urbaine de cette station, et l'installation des étables aux alentours de cette retenue, ce qui engendre une nitrification du sol et des eaux, appauvrissant ainsi le site, s'ajoute à cela le pompage de l'eau destinée à l'irrigation des cultures qui s'effectue de manière intensive pour répondre à la

demande croissante en eau, et le manque d'eau qu'on a connu durant la saison estivale ce qui a engendré une sécheresse précoce de la retenue.

Le site de Tikdjda est le plus riche dans l'écosystème lotique, c'est un habitat particulier et totalement différent par rapport à d'autres sites, ses caractéristiques se focalisent d'abord sur le fait que la station est située au versant sud de la Kabylie, soulevant ainsi le type de paysage qui est ouvert à une altitude avoisinant les 1500 m où l'oxygène dissout est à son optimum et aucune pollution n'est à signaler à l'exception des déchets ménagers produits par les fortes fréquentations des touristes durant la période de confinement (Observation personnelle).

Les stations de Ait Alaoua et Tirourda présentent des abondances et des richesses relativement identiques, effectivement ce sont deux cours d'eau alticoles, de forêt, la végétation est très dense et le milieu est semi ombragé avec un lit composé principalement de graviers, et galets, partageons des espèces inféodées aux eaux courantes (*Boyeria irene*, *Aeshna cyanea*, *Chalcolestes viridis*, *Calopteryx haemorrhoidalis*) qui sont toutes positivement associées à ce type de milieu.

Les deux stations Ouacif et Ait Ouabane, présentent respectivement des richesses moyennes, considérées comme étant des zones de potamal (Alti 500_1000m), la pollution est prononcée suite au manque de lessivage dû aux manques de précipitations durant cette année d'étude.

La présence de larves, et plus encore la présence d'exuvies, permet d'évaluer que toutes les exigences écologiques sont remplies pour permettre le développement complet de l'espèce (Raebel et al., 2010), pour cela il est intéressant de recourir à l'identification des larves et exuvies pour confirmer l'autochtonie de certaines espèces et l'état de santé des milieux de vie.

Selon Corbet (1999), la distribution des assemblages d'odonates est influencée par des facteurs biologiques et physiques. En effet, Comme toutes les autres espèces aquatiques, les odonates doivent faire face à un compromis entre la demande en oxygène et la température de l'eau au cours du stade larvaire. Ils peuvent soit se développer dans des cours d'eau avec un niveau élevé d'oxygène dissous, soit profiter de la température de l'eau généralement plus chaude des étangs et des lacs (Gomez et al., 2022).

L'importance de la température de l'eau sur la distribution des odonates est bien connue (Corbet, 1999 ; Schutte et Schrimpf, 2002 ; Grand et Boudot, 2007). C'est un facteur qui influence le modèle d'émergence, en particulier son apparition. Chaque espèce possède un seuil au-delà duquel l'émergence est déclenchée. Farkas et al. (2012) ont montré que pour une même espèce,

le début de l'émergence peut varier d'un site à l'autre ou d'une année à une autre en raison des différences de fluctuations des températures au printemps. Il existe une variation des conditions environnementales en fonction de l'altitude dans les deux types d'habitats, La température de l'eau était globalement plus élevée dans les sites lentières que dans les sites lotiques. D'une manière générale, la température de l'eau enregistrée le long de la période d'étude a varié entre 15.5°C et 30.2°C pour les eaux stagnantes et 10°C à 26.5°C pour les eaux courantes. Ces valeurs sont favorables à la reproduction des odonates.

Le pH n'a pas montré de tendance altitudinale dans les sites lotiques et lentières, ainsi les valeurs du potentiel Hydrogène (pH) enregistrées restent alcalines, oscillant entre 8.45 et 9.05 dans les eaux courantes et entre 8.60 et 9.24 dans les eaux stagnantes, témoignent d'un milieu modérément alcalin favorable à la vie aquatique des odonates.

La sélection du site est effectuée par les adultes en fonction du contexte du plan d'eau, en particulier la quantité de couverture arborée environnante et l'ombrage associé (French et Mc Cauley, 2018). Le degré d'exposition au soleil détermine aussi la structure et l'abondance des espèces de libellules (Huikkonen, 2020). En outre, l'ombre est également connue pour influencer la distribution et l'abondance des odonates, et la sélection du site riverain des odonates (Remsburg, et al., 2008).

La végétation aquatique est aussi particulièrement importante pour la majorité des espèces d'odonates, des émergences massives ont été observées et un nombre important d'exuvies ont été collectées, dont l'endémique *Gomphus lucasii* ainsi d'autre comme *Aeshna mixta* et *Sympetrum striolatum* (Observation personnelle).

La distribution de notre faune odonatologique inventorié dans les différents milieux des deux écosystèmes lotiques et lentières indique une plus grande richesse dans les tranches altitudinales 0-500 m et > 1000 m.

A partir de cette analyse, nous pouvons distinguer :

- Les espèces inféodées au basses altitudes (0-500m), tel que *Diplacodes lifebvrei*, *Brachythemis impartita*, *Crocothemis erythraea*, etc.
- Les espèces alticoles, avec une eau fraîche caractérisant ces habitats, tel que *Pyrrhosoma nymphula*.
- Et les espèces ayant une large gamme de répartition altitudinal, constiuées généralement d'espèces généralistes à préoccupation mineurs .

Conclusion

Notre étude sur les odonoptères de Kabylie et principalement dans le Djurdjura (Centre de l'Algérie) constitue une contribution pionnière, concernant l'écologie et la diversité des odonates dans cette région, dans la mesure où aucune étude n'a été faite auparavant. Ce travail réalisé sur deux cycles annuels concerne un suivi phénologique et une étude écologique de la diversité des libellules dans les cours d'eaux et les eaux stagnantes du Djurdjura, l'un des plus grands écosystèmes de réputation internationale du centre du pays qui présente des objectifs multiples.

L'échantillonnage des odonates a été réalisé avec la méthode de la chasse à vue, pour les adultes, à l'aide d'un filet entomologique, les larves ont été collectées avec le filet troubleau et une recherche minutieuse des berges a été effectuée à la fin de chaque échantillonnage.

50 stations ont été prospectées et 16 ont été sélectionnées pour le suivi annuel soit huit stations d'eaux courantes et huit stations d'eaux stagnantes selon un gradient altitudinal allant de 70 m à 1500 m.

Cette étude nous a permis d'une part d'enrichir les données relatives à la diversité, la distribution et la bio-écologie des odonates dans quelques sites de la Grande Kabylie et d'autre part les résultats obtenus, nous ont aussi permis de dresser une première liste de 41 espèces réparties différemment sur les deux écosystèmes lotiques et lenticques. L'écosystème lenticque est le plus diversifié avec 31 espèces.

Les 41 espèces recensées sont réparties en deux sous ordres Anisoptères et Zygoptères, appartenant à 22 genres. Le sous ordre des Anisoptères est le plus diversifié et la famille des Libellulidae est la plus riche en espèce.

Cette présente étude portée sur 50 stations, nous a permis de recenser une première signalisation d'une espèce nouvelle pour l'Algérie, il s'agit de *Pyrrhosoma nymphula* et de nombreuses autres espèces classées quasi menacées (En) et vulnérables (VU) dans la liste rouge de l'UICN, ainsi que d'autres endémiques du Maghreb.

En terme d'espèces, *Calopteryx haemorrhoidalis* est la plus dominante dans la région d'étude, *Boyeria irene*, *Anax imperator* et *Aeshna mixta* arrivent en troisièmes et quatrièmes position.

Cela ouvrira sans doute des perspectives importantes pour l'étude de la biologie, de l'écologie et de la conservation des zones humides à haut potentiel d'hivernage et de nidification pour de nombreuses espèces animales et végétales dont l'odonatofaune dans notre pays, et qui

demeurent malgré tout, très banalisées et restent très fragiles malgré le rôle qu'elles jouent dans le maintien de la biodiversité faunique et floristique.

L'analyse chorologique du peuplement odonatologique a révélé que la majorité des espèces été paléarctiques à prédominance méditerranéenne.

L'effort d'échantillonnage effectué dans la région d'étude est représentatif, la courbe d'accumulation d'espèces observées (S obs) a été comparée à quatre estimateurs de la richesse qui sont Chao, Jack1, Jack2 et Bootstrap. Ces derniers atteignent une asymptote importante pour tous les échantillons, ceci suggère que l'effort d'échantillonnage est suffisant.

Les résultats rappèlent aussi les différences significatives dans la composition des communautés d'odonates, entre les stations et entre les écosystèmes. Le site de Makouda été le plus riche avec 26 espèces, suivi du site d'Ait Toudert avec 22 espèces. En revanche, la station de Djemaa été la station qui présentait une richesse spécifique faible (5 taxa).

L'analyse globale de notre faune odonatologique a montré l'existence de trois catégories de constance des espèces. La catégorie Accessoire est la mieux représentée dans l'écosystème lotique avec 79%, contrairement à l'écosystème lentique où la catégorie accidentelle prend le dessus.

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour les différentes stations d'échantillonnage oscillent entre 2.32 et 4.70 bits. Rappelons que l'indice d'équitabilité (E) tend vers 1, ce qui signifie une équirépartition des espèces des différentes stations d'échantillonnage.

Les données ont révélé des différences majeures dans l'intensité d'influences des paramètres biotiques et abiotiques selon un gradient altitudinal. Ce dernier est corrélé positivement avec la richesse et négativement avec l'abondance. Le couvert végétal joue un rôle crucial dans la distribution des espèces d'odonates, en effet, les résultats obtenus ont révélé que les milieux ouverts été plus diversifiés que les milieux semi ombragés et ombragés. Ces deux derniers présentent des espèces spécialistes à exigence écologique.

Des variations des paramètres physico chimiques de l'eau en fonction de l'altitude dans les deux types d'habitats ont été constatées. La température de l'eau était globalement plus élevée dans les sites lenticques que dans les sites lotiques. En revanche, Le pH n'a pas montré de tendance altitudinale dans les sites lotiques et lenticques.

Nous avons révélé un modèle altitudinal contrasté de la diversité des odonates, dans les écosystèmes lotiques et lenticques, qui cache potentiellement une interaction intéressante entre les gradients écologiques et anthropiques sur la faune aquatique.

Bien que nous ne montrions pas les causes sous-jacentes de ce schéma, notre étude appelle davantage à des recherches comparatives sur les écosystèmes lotiques et lenticques en matière de diversité à travers les gradients écologiques, en incorporant des enquêtes de terrain et des études expérimentales sur la réponse des assemblages à de multiples sources de stress. Une telle compréhension est cruciale car le stress anthropique a augmenté au cours des dernières décennies en Afrique du Nord, ayant un impact sur la distribution géographique des espèces sensibles, et menaçant la résilience des écosystèmes aquatiques. Un suivi régulier de l'altitude de l'aire de répartition des espèces est nécessaire pour comprendre la dynamique des limites de l'aire de répartition et prévoir les futures disparitions.

Nous espérons que les recherches et les études de ces insectes fascinants continueront afin d'améliorer d'avantage cette présente étude. Un important travail taxonomique reste à faire sur les larves et les exuvies. La prospection de nouveaux biotopes enrichira certainement cet inventaire odonatologique et permettra de mieux connaître la répartition et l'écologie des espèces et particulièrement celles considérées comme rares et localisées.

Des mesures de gestion et de conservation doivent être mises en place en urgence pour préserver notre richesse odonatofaune en particulier mais aussi la faune et la flore du bassin hydrographique de la Kabylie en générale.

A l'issu de cette étude, nous proposons un changement dans le statut de conservation de l'UICN de certaines espèces à importance régionale (*Pyrrhosoma nymphula*, *Onychogomphus uncatatus* et *Gomphus lucasi*) car les odonates restent un élément précieux qui ajoutent à la vocation de conservation.

Références

bibliographiques

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 L., Zebsa R., Khelifa R., 2022. Discovery of *Pyrrosoma* cf. *nymphula* (Odonata : Coenagrionidae) in Algeria. *Notulae odonatologicae*, 9(9), 455-460.

Ait Mouloud S., 2006. *Etude de la biodiversité des collemboles sur l'ecotone eau-sol forestier dans les zones humides de la kabylie et d'une tourbière des pyrénées. Systématique, écologie, biogéographie* (Doctoral dissertation, Tizi-Ouzou).

Amari, H., Zebsa, R., Lazli, A., Bensouilah, S., Mellal, M. K., Mahdjoub, H., ... & Khelifa, R. (2019). Differential elevational cline in the phenology and demography of two temporally isolated populations of a damselfly : Not two but one taxon ? *Ecological entomology*, 44(1), 93-104.

B

Baird J.M., et May M.L., 1997. Foraging behavior of *Pachydiplax longipennis* (Odonata : Libellulidae). *Journal of Insect Behavior*, 10(5), 655-678.

Bagnouls F., et Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie*, 66 (355) : 193-220.

Balzan M.V., 2012. Associations of dragonflies (Odonata) to habitat variables within the Maltese Islands : a spatio-temporal approach. *Journal of Insect Science*, 12(1), 87.

Barbault R., 2008. *Écologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère*. Edition Dunod, Paris, 390 p.

Benchalel W., and Samraoui B., 2012. Caractérisation écologique et biologique de l'odonatofaune de deux cours d'eau méditerranéens : l'oued El-Kébir et l'oued Bouaroug (Nord-Est de l'Algérie). *Méditerranée. Revue Géographique Des Pays Méditerranéens/Journal of Mediterranean Geography*, 118 : 19–27.

Beckemeyer R.J. et Hall J.D., 2007. *Permopanorpa inaequalis* Tillyard, 1926 (Insecta : Holometabola : Panorpidia : Permopanorpidae) : A fossil mecopteroid newly reported for the

Lower Permian Wellington Formation of Noble County, Oklahoma. Transactions of the Kansas Academy of Science (1903), 23-29.

Berquier C., Orsini A., Ferrat L., et Andrei-Ruiz M.C., 2016. “Odonata Community Index–Corsica”(OCIC) : A new biological index based on adult odonate populations for assessment of the ecological status of watercourses in Corsica. *Ecological Indicators*, 66, 163-172.

Blondel J., 1979. *Biogéographie de l'avifaune algérienne et dynamique des communautés*. Sem. Intern. Avif. Algérienne, 5-11 juin 1979, Inst. Nati. Agro., El Harrach : 1-15.

Bouchelouche D., Kherbouche-Abrous O., Mebarki M., Arab A., and Samraoui B., 2015. The Odonata of wadi Isser (Kabylia, Algeria): status and environmental determinants of their 970 distribution. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*. 70 : 248–260.

Coifman, R. R., & Meyer, Y. (1978). Commutateurs d'intégrales singulières et opérateurs multilinéaires. In *Annales de l'institut Fourier* (Vol. 28, No. 3, pp. 177-202).

Bouchelouche D., 2015. *Etude des macroinvertébrés comme bio-indicateur de la pollution des cours d'eau du Nord-centre de l'Algérie*. thèse de doctorat, université USTHB.162-172p.

Boudot J.P., Kalkman V.J., and Azpilicueta Amorín M.,2009. Atlas of the Odonata of the Mediterranean and North Africa. *Libellula* (9), 1-256.

Boudot J.P., 2010. Spécificités du peuplement en odonates du nord de l'Afrique et observations récentes d'espèces remarquables (Insecta : Odonata). *Revue Martina*. Tome 26, fascicules 3 et 4 : 109 – 122.

Boudot J.P., Kalkman V.J., Amorin A., Bogdanović T., Rivera A.C., Degabriele G., Dommanget J.L., Ferriera S., Garrigós B., Jović M., Lopau W., Marinov M., Mihoković N., Riservato E., Samraoui B. and Schneider W., 2009. *Atlas of the Odonata of the Mediterranean and North Africa*. *Libellula* 9 : 1-256.

Boudot J.P., 2010. Spécificités du peuplement en Odonates du Nord de l'Afrique et observations récentes d'espèces remarquables (Insecta : Odonata). *Martinia*, 26 : 109- 122.

Boudot J.P. et De knijf G., 2012. Nouvelles données sur les Odonates du Maroc oriental et méridional (Odonata). *Martinia*, 28 : 1-28p.

Boudot J.P., Doucet G., Grand D., 2019. *Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Deuxième édition. Biotope. Mèze.152 p.

Bouhala Z., Khemissa C., Márquez-Rodríguez J., Ferreras-Romero M., Samraoui F., and Samraoui B., 2019. Ecological correlates of odonate assemblages of a Mediterranean stream, Wadi Cherf, northeastern Algeria: implications for conservation. *International Journal of Odonatology*, 22 (3–4) : 181–197. <https://doi.org/10.1080/13887890.2019.1688199>.

Borcard D., Gillet F. and Legendre, P. (2011). Numerical ecology with R (Vol. 2, p. 688). New York : Springer.

Bried JT. and Samways MJ., 2015. A review of odonatology in freshwater applied ecology and conservation science. *Freshwater Science*, 34(3) : 1023–1031. <https://doi.org/10.1086/682174>.

Burnham KP. and Overton WS., 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60(5) : 927-936.

C

Cancellario T., Miranda R., Baquero E., Fontaneto D., Martinez A. and Mammola S., 2022. Climate change will redefine taxonomic, functional, and phylogenetic diversity patterns of Odonata in space and time. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.04.04.486993>.

Carricano M., Poujol F. et Bertrandias L., 2010. Analyse de données avec SPSS. 2e édition PEARSON, Paris : 235 p.

Chao A., 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8 : 148-59.

Chelli A., Zebba R. and Khelifa R., 2019. Discovery of a new population of the endangered *Calopteryx exul* in central North Algeria (Odonata: Calopterygidae). *Notulae odonatologicae* 9 : 150-154.

Chelli A. and Moulai R., 2019. Ecological characterization of the odonatofauna in lotic and lentic waters of northeast Algeria. *Annales de la Société entomologique de France* (NS) 55 : 430-445.

Chelli A., 2019. *Diagnostic écologique et biologique des Odonates des milieux humides de la région de Bejaia*. Thèse de doctorat. Ecologie et Environnement ; Université A. Mira Béjaia.

Chelli A., Moulai R. and Djemai A., 2020. Does the Tichi Haf Dam construction affect dragonfly and damselfly (odonata: insecta) assemblages of the Boussellam watercourse (central North Algeria)? A preliminary study. *Zoology and Ecology* 30 : 37-40.

Clausnitzer, V., Kalkman, V. J., Ram, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bedjanič, M., Darwall, W. R., Dijkstra, K.-D. B., Dow, R. & Hawking, J. 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: The first global assessment of an insect group. *Biological Conservation* 142 : 1864-1869.

Corbet P.S., 1980. *Biology of odonata*. Annual review of entomology, 25(1), 189-217.

Corbet P.S., 1999. *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press. 829 pp.

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

Corbet P.S., Suhling F. and Soendgerath D., 2006. Voltinism of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 9 : 1-44.

Córdoba-Aguilar A., Uhía E., et Rivera A.C., 2003. Sperm competition in Odonata (Insecta) : the evolution of female sperm storage and rivals' sperm displacement. *Journal of Zoology*, 261(4), 381-398.

Córdoba-Aguilar A., 2008. Dragonflies and damselflies : model organisms for ecological and evolutionary research. *OUP Oxford*.

Costes A., Delpon G., Calvignac R., Alquier D., Tarn L.P.O., Haber E., et Pélozuelo L., 2013. Etat des lieux des connaissances des populations de quatre odonates d'intérêt patrimonial en Midi-Pyrénées : la Cordulie splendide *Macromia splendens*, la Cordulie à corps fin *Oxygastra curtisii*, le Gomphe de Graslin *Gomphus graslinii* et l'Agrion bleuisant *Coenagrion caerulescens*. In 4èmes Rencontres Naturalistes de Midi-Pyrénées-Actes du colloque tenu à Albi (Tarn) du (Vol. 31, pp. 63-66).

D

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

D'Aguilar J., Dommagnet J.L., Boudot J.P. and Heidemann H., 1998. *Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord : L'identification et la biologie de toutes les espèces*. Delachaux et Niestlé. 341p.

Dajoz R., 1971. *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.

- Dajoz R., 1974. *Dynamique des populations*. Ed. Masson et Cie, Paris. 434 p.
- Dajoz R., 1985. *Précis d'écologie*. Edition Dunod, Paris, 505 p.
- Dajoz R., 2000. The role and diversity of insects in forests environment. Parism Intercept Ltd. Edition Lavoisier publishing, *Insects and forests*, 668 p.
- Dajoz R., 2003. *Précis d'écologie*. 7ème édition, Ed. Dunod, Paris, 615.
- Dajoz R., 2006. *Précis d'écologie*. Cours et questions de réflexions 8ème édition, Ed. Dunod. 630p.
- Deghiche-Diab N., 2020. *Entomofaune des habitats humides, steppiques et phoenicicoles des Ziban : Approche structurale et fonctionnelle*. Université Mohamed Khider de Biskra.
- Demnati F., Allache F. et Cohez D., 2019. Contribution à la connaissance de l'odonatofaune du bassin du Chott Melghir (Algérie). *Bulletin de la Société zoologique de France* 144 : 95-104.
- Derridj A., 1990. *Etude des populations de Cedrus atlantica M. en Algérie* (Doctoral dissertation, Toulouse).
- Dijkstra K.D.B., Lewington R., 2007. *Guide des Libellules de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé SA.
- Dijkstra K.D., et Kalkman V.J., 2012. Phylogeny, classification and taxonomy of European dragonflies and damselflies (Odonata) : a review. *Organisms Diversity and Evolution*, 12(3), 209-227.
- Dijkstra K.D.B., Kipping J., et Mézière N., 2015. Sixty new dragonfly and damselfly species from Africa (Odonata). *Odonatologica*, 44(4), 447-678.
- Dijkstra K.D., Schröter A. and Lewington R., 2020. *Field guide to the dragonflies of Britain and Europe*. Second edition. Bloomsbury Publishing, London.
- Djemai I., et Bounaceur F., 2017. Diversité de l'odonatofaune dans quelques stations lotiques des Monts de Chréa. *Revue Écologie-Environnement*, 13 : 31-39.
- Dommanget J.L., 2000. Valeur bio-indicatrice des Odonates dans un but de gestion conservatoire des habitats aquatiques et terrestres. *Communiqué de presse* du 20 décembre 2000, 1p.

Dow R.A. et Reels G.T., 2011. Odonata from a remnant patch of disturbed peat swamp forest on the outskirts of Kuching, west Sarawak. *Agrion*, 15(2) : 50-51.

DSA (Direction des Services Agricoles), 2019, Le service des statistiques agricoles et des enquêtes économiques. Tizi-Ouzou, Algérie DSA Direction des Services Agricoles. Le service des statistiques agricoles et des enquêtes économiques.

Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., et Sullivan C.A., 2006. Freshwater biodiversity : importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.

E

El Haissoufi M., Bennis N., El Mohdi O., et Millán A., 2010. Analyse préliminaire de la vulnérabilité des Odonates (Odonata) du Rif Occidental (Nord du Maroc). *Boletín de la Sociedad entomológica aragonesa*, 46, 345-354.

El Haissoufi M., De Knijf G., Van't Bosch J., Bennis N. et Millán Sánchez A., 2015. Contribution to the knowledge of the Moroccan Odonata, with first records of *Orthetrum sabina*, and an overview of first and last dates for all species. *Odonatologica*, 44 : 225-254.

El Bouhissi M., Chaib S., Houhamdi M., and Khelifa R., 2022. Checklist of Odonata of Sidi Bel Abbes, Northwest Algeria. *Hydrobiology*, 1, 433-439.

Farkas A., Jakab T., Tóth A., Kalmár A.F. and Dévai G., 2012. Emergence patterns of riverine dragonflies (Odonata: Gomphidae) in Hungary: variations between habitats and years. *Aquatic insects*, 34(sup1) : 77-89.

F

Ferreira S., Boudot J.P., El Haissoufi M., Alves P.C., Thompson D.J., Brito J.C. and Watts P.C., 2016. Genetic distinctiveness of the damselfly *Coenagrion puella* in North Africa: an overlooked and endangered taxon. *Conservation genetics*, 17 : 985-991.

Ferreras-Romero M., Atienzar M.D. and Corbet P.S., 1999. The life cycle of *Onychogomphus uncatatus* (Charpentier, 1840) (Odonata: Gomphidae) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain): An example of protracted larval development in the Mediterranean basin. *Archiv Fur Hydrobiologie*, 144(2) : 215–228.

Flandrin j., 1952. *La chaîne du Djurdjura* : Monographies régionales. XIX congrès géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.

Foster S.E., et Soluk D.A.,2006). Protecting more than the wetland : the importance of biased sex ratios and habitat segregation for conservation of the Hine's emerald dragonfly, *Somatochlora hineana* Williamson. *Biological Conservation*, 127(2), 158-166.

French S.K. and McCauley S.J., 2018. Canopy cover affects habitat selection by adult dragonflies. *Hydrobiologia*, 818(1) : 129-143.

G

Garcia N., Cuttelod A. and Malak D.A., 2010. The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, U.K. and Malaga Spain.

Gelard J. P., 1979. *Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie* : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Dijon : 335 pp.

Guisan A., Edwards Jr T.C., et Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions : setting the scene. *Ecological modelling*, 157(2-3), 89-100.

Gómez-Tolosa M., Mendoza-Cuenca L., Rivera-Velázquez G., Rioja-Paradela T.M., Tejeda-Cruz C., Pérez-Farrera M.A. and López S., 2022. Using the ecological relationships of Odonata with a habitat integrity index to test the biodiversity ecosystem function framework. *Journal of Insect Conservation*, 26(2) : 191-203.

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

Grand D., 2009. Deux siècles d'étude des libellules en Rhône-Alpes (Insecta : Odonata). In : *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, hors-série numéro 2, évaluation de la biodiversité rhônalpine. pp. 23-29.

Guan Z., Dumont H.J., Yu X., Han B.P. and Vierstraete A., 2013. *Pyrrhosoma* and its relatives: a phylogenetic study (Odonata: Zygoptera). *International Journal of Odonatology*, 16 : 247-257.

Guebailia A., Khelifa R., Bouiedda N., Amari H., Hadjadji S., Zebba R., and Houhamdi M.,2016. Body size, reproductive behaviour, and microhabitat use of two sympatric Trithemis species what might allow their sympatry ? (Odonata : Libellulidae). *Odonatologica*, 45 (1/2), 23-36.

Guellaf A., Bennis N., El Haissoufi M., L'Mohdi O., and Kettani K., 2021. New data on the biodiversity and chorology of aquatic insects (Odonata, Coleoptera and Hemiptera) of Martil Basin (northwestern Morocco). *Graellsia*, 77(2), 1-23.

H

Hachour K., Talmat-Chaouchi N., Moulai R., 2021. Status and distribution of diurnal raptors in Central North Algeria, the case of Great Kabylia. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 19 : 261–272.

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

Halaj J., Ross D.W. and Moldenke A.R., 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. *Oikos*, 90(1) : 139–152.

Hamzaoui D., Hafiane M., Mebarki M., Arab A., Alfarhan A.H. and Samraoui B., 2015. The Gomphidae of Algeria and the Maghreb: status, ecology and conservation (Insecta: Odonata). *International Journal of Odonatology*, 18(3) : 175-191.

Hassall C. et Thompson D.J., 2008. The effects of environmental warming on Odonata : a review. *International Journal of Odonatology*, 11(2), 131-153.

Hirzel A.H., et Le Lay G., 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of applied ecology*, 45(5), 1372-1381.

Hovmöller R., 2006. Molecular phylogenetics and taxonomic issues in dragonfly systematics (Insecta : Odonata) (Doctoral dissertation, Zoologiska institutionen).

Hof C., Brändle M. and Brandl R., 2006. Lentic odonates have larger and more northern ranges than lotic species. *Journal of Biogeography*, 33(1) : 63-70.

Houhamdi M., et Samraoui B., 2008. Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northern Algeria. *Ardeola*, 55(1), 59-69.

Houhamdi M., 2019. Emergence ecology and body size dimorphism in sympetrum *fonscolombii* and s. *Meridionale* (Odonata: Libellulidae). *Zoology and Ecology*, 29(1) : 5–12.

Hovmöller R., 2006. Molecular phylogenetics and taxonomic issues in dragonfly systematics (Insecta : Odonata) (Doctoral dissertation, Zoologiska institutionen).

Huikkonen I.M., Helle I. and Elo M., 2020. Heterogenic aquatic vegetation promotes abundance and species richness of Odonata (Insecta) in constructed agricultural wetlands. *Insect Conservation and Diversity*, 13(4) : 374-383.

I

Ichter J., Poncet L. et Touroult J., 2014. Catalogues des méthodes et des protocoles. Phase 1 : Etude de définition et proposition d'une démarche. Rapport MNHN-SPN 2014-52. Service du Patrimoine Naturel, *Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris. 30 p.

J

Jacquemin G., Boudot J.P., and Balança G., 1999. Les libellules (odonates) du Maroc. *Société française d'odonatologie*.

Jourde P., 2004. Densités remarquables d'odonates en val de Seugne (département de Charente-Maritime- France). *Martinia*, 20 (1) : 7-12.

Jourde P., 2010a. Les Odonates, biologie et écologie. *Revue Insecte*, 157 (2) : 3-8.

Júnior C.D.S.M ; Juen L. et Hamada N., 2015. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin : adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological indicators*, 48, 303-311. *Elseiver*.

K

Kabouche B., 2013. Note sur les odonates de la région d'Oran (Algérie), compte-rendu de prospections (septembre 2011). *Poiretia, la revue naturaliste du Maghreb*, 5 : 1-5.

Kalkman V.J., Clausnitzer V., Dijkstra K.D.B., Orr A.G., Paulson D.R., and Tol J.V., 2007. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. In *Freshwater animal diversity assessment* (pp. 351-363). *Springer*, Dordrecht.

Kalkman V.J., Boudot J.P., Bernard R., Conze K.J., De Knijf G., Dyatlova E. et Sahlén G., 2010. European red list of dragonflies.

Kalkman V.J., 2014. *Pyrrhosoma nymphula*. The IUCN Red List of Threatened. Species 2014 e. T165500A19160630. URL (24.iii.2022): <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-2301.RLTS.T165500A19160630.en>.

- Kalkman V.J., Boudot J.P., Bernard R. ; De Knijf G., Suhling F., and Termaat T., 2018. Diversity and conservation of European dragonflies and damselflies (Odonata). *Hydrobiologia*, 811(1), 269-282.
- Khelifa R., Youcefi A., Kahlerras A., Alfarhan A., Al-Rasheid K.A.S. et Samraoui B., 2011. L'odonatofaune du bassin de la Seybouse en Algérie : intérêt pour la biodiversité du Maghreb (Insecta : Odonata). *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)*, 66 : 55–66.
- Khelifa R., Mahdjoub H., Aouaouche M.S., and Houhamdi, M. (2016). Reproductive behaviour of a North African endemic damselfly, *Platycnemis subdilata* (Odonata : Platycnemididae) and probable senescence effects. *International Journal of Odonatology*, 19(3), 157-167.
- Khelifa R., Zebba R., Amari H., Mellal M.K., Mahdjoub H., Kahlerras A., 2016. A hotspot for threatened 1085 Mediterranean Odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria): are IUCN population sizes drastically underestimated. *International Journal of Odonatology*, 19 : 1–11.
- Khelifa R. and Mellal M.K., 2017. Hostplant- based restoration as a potential tool to improve conservation status of Odonate specialists. *Insect Conservation and Diversity*, 10(2) : 151-160.
- Khelifa R., Zebba R., Amari H., Mellal M.K., Zouaïmia A., Bensouilah S., Laouar A. and Houhamdi M., 2018. The hand of man first then Santa Rosalia's blessing: a critical examination of the supposed criticism by Samraoui (2017). *Journal of Insect Conservation*, 22(2) : 351–361.
- Khelifa R., 2019. Sensitivity of biodiversity indices to life history stage, habitat type and landscape in Odonata community. *Biological Conservation*, 237 : 63-69.
- Khelifa R., Mahdjoub H., Baaloudj A., Cannings R.A. and Samways M.J., 2021a. Effects of both climate change and human water demand on a highly threatened damselfly. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86383-z>
- Khelifa R., Mahdjoub H., Baaloudj A., Cannings R.A. and Samways M.J., 2021b. Remarkable population resilience in a North African endemic damselfly in the face of rapid agricultural transformation. *Insects*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/insects12040353>.
- Khelifa R., Deacon C., Mahdjoub H., Suhling F., Simaika J.P., and Samways M.J., 2021. Dragonfly conservation in the increasingly stressed African Mediterranean-type ecosystems. *Frontiers in Environmental Science*, 301.
- Kindt R., et Coe R., 2005. Tree diversity analysis : *a manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre.

Korbaa M., Ferreras-Romero M., Bejaoui M. and Boumaiza M., 2014. Two species of odonata newly recorded from Tunisia. *African Entomology*, 22(2), 291–296. <https://doi.org/10.4001/003.022.0212>.

Korichi R., Afifa A.L.M.I., Hammadi Z., Zehani A., Zinat H. and Bouzid A., 2021. Ecologie et diversité de la communauté d'odonates dans quelques habitats du sahara nord-algérien. *Algerian journal of arid environment*, 11(2): 19-19.

Kos A.J., et Psenicka C., 2000. Measuring cluster similarity across methods. *Psychological reports*, 86(3), 858-862.

L

Lacroix J.L., 1925. Quelques Névroptères (sens. lat.) d'Afrique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 16 :258–263.

Laribi., 2016. *Les mares temporaires du Nord-Est de la grande Kabylie diversité phytocoenotique, floristique et conservation*. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou. 308 p.

Lawler S.P., 2001. Rice fields as temporary wetlands: a review. *Israel Journal of Zoology*, 47(4) : 513–528.

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.

Le Grand J., 2001. *Ordre des Odonates. Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar*, Institut de Recherche pour le Développement, CNRE, LRSAE, pp.113-130.

Lévêque C., 2008. La biodiversité au quotidien : Le développement durable à l'épreuve des faits. *La Biodiversité Au Quotidien*, 1–304.

Lounaci-Daoudi D., 1996. *Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou*. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou. 152 p.

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.209 p.

Lounaci A. and Vinçon G., 2005. Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord (Plecoptera). *Ephemera*, 6(2): 109–124.

M

Mafuwe K., and Moyo S., 2020. Dragonfly (Odonata) community structure in the Eastern Highlands Biodiversity Hotspot of Zimbabwe: potential threats of land use changes on freshwater invertebrates. *International Journal of Odonatology*, 23(4) : 291-304.

Magurran A.E., 2004. Measuring biological diversity. *African Journal of Aquatic Science*, 29(2), 285-286.

Martin R., 1901. Les Odonates en Algérie, au mois de mai. *La Feuille des Jeunes Naturalistes*, 31 :249–250.

Martin R. and Maynou X., 2016. Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of habitat quality in Mediterranean streams and rivers in the province of Barcelona (Catalonia, Iberian Peninsula). *International Journal of Odonatology*, 19 (3) : 107–124.

McPeck M.A., 2008. The ecological dynamics of clade diversification and community assembly. *The American Naturalist*, 172(6), E270-E284.

Meddour R., 2012. *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et preforestiers de kabylie djurdjurenne*. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Mellal M.K., Zebsa R., Bensouilah M., Houhamdi M. et Khelifa R., 2018. Aspects of the emergence ecology of the regionally endangered *Coenagrion mercuriale* (Odonata : Coenagrionidae) in Northeast Algeria. *Zoology and Ecology*, 28(3), 224-230.

Menai R., 2005. *Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie : Inventaire, écologie et biogéographie des Odonates*. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Annaba. 160 p.

Messaoudène M., Loukkas A., Janin G., Tafer M., Dilem A., et Gonzalez J., 2004. Propriétés physiques du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica*), contenant du bois de compression, provenant de l'Atlas du Djurdjura (Algérie). *Annals of forest science*, 61(6), 589-595.

Messaoudene M., Laribi M., et Derridj A., 2007. Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois & forêts des tropiques*, 291, 75-81.

Messaoudene K., 2007. *Optimisation d'un système dynamique linéaire avec une trajectoire discontinue* (Doctoral dissertation, Université de Tizi Ouzou-Mouloud Mammeri).

Meurgey F., 2011. Libellules des Petites Antilles. *Especies*, 2 : 52–59.

Meurgey F., 2019. Résultats de la mission scientifique du Muséum de Nantes à Dschang (Afrique de l'Ouest, Cameroun). Les odonates, comme outil de la préservation du lac municipal et prophylaxie contre les maladies vectorielles, inventaire ornithologique.

Mutin L., 1977. *La Mitidja. Décolonisation et espaces géographiques*. Edition Office de Publication Universitaire, Alger, 607 p.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A., et Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

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.

Okude G., et Futahashi R., 2021. Pigmentation and color pattern diversity in Odonata. *Current Opinion in Genetics & Development*, 69, 14-20.

Olden J.D., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 113-120.

P

Paulson D., Schütte K., Suhling F., Villanueva R., Von Ellenrieder N. and Wilson K., 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: The first global assessment of an insect group. *Biological Conservation*, 142 (8): 1864-1869.

Paulson D., Schorr M., et Deliry C., 2021. World Odonata List. Last revision, 17.

Perron M.A.C. and Pick, F.R., 2020. Stormwater ponds as habitat for Odonata in urban areas: the importance of obligate wetland plant species. *Biodiversity and Conservation*, 29(3): 913-931.

Pires A.M., Cowx I.G. and Coelho M.M., 1999. Seasonal changes in fish community structure of intermittent streams in the middle reaches of the Guadiana basin, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 54(2): 235–249.

Pires M.M., Sahlén G. and Périco E., 2022. Agricultural land use affects the heterogeneity of Odonata communities in the Brazilian Pampa. *Journal of Insect Conservation*, 26(3) : 503-514.

Q

Quezel P., 1957. *Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord*. Encycl. Biogéogr. Ecol., Edition le Chevalier, Paris : 463 p.

R

R Development Core Team., 2022. R : A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.

Raebel E.M., Merckx T., Riordan P., Macdonald D.W. and Thompson D.J., 2010. The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys. *Journal of insect Conservation*, 14(5) : 523-533.

Ramade F., 1984. *Eléments d'écologie, écologie fondamentales*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397p.

Ramade F., 2003. *Éléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 3ème édition. Dunod. Paris. 190 p.

Remsburg A.J., Olson A.C., and Samways M.J., 2008. Shade alone reduces adult dragonfly (Odonata : Libellulidae) abundance. *Journal of insect behavior*, 21(6), 460-468.

Riservato E., Boudot J.P., Ferreira S., Jovic M., Kalkman V.J., Schneider W., Samraoui B. and Cuttelod A., 2009. *The Status and Distribution of Dragonflies of the Mediterranean Basin*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. Vii + 33 p.

Raymond D., 1976. *Evolution sédimentaire et technique du nord-ouest de la grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin* (Doctoral dissertation, Toulouse), 152 p.

S

Shaw K., Roy S., et Wilson B. *The IUCN Red List of Threatened Species* (2014).

Samraoui B., Benyacoub S., Mecibah S. and Dumont H.J., 1993. Afrotropical libellulid in the lake district of El Kala, NE Algeria, with a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi*.

Samraoui B. et Menai R., 1999. A contribution to the study of Algerian Odonata. *International Journal of Odonatology*, 2: 145-165.

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

Samraoui B, Boudot J.P., Ferreira S., Riservato E., Jovic M., Kalkman V.J. and Schneider W., 2010. The Odonata of North Africa: Red List status and distribution. The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa. *Gland: IUCN*, 51–70.

Samraoui, B. (2018). The hand of man or Santa Rosalia's blessing? A rebuttal of the paper "on the restoration of the relict population of a dragonfly *Urothemis edwardsii* Selys (Libellulidae: Odonata) in the Mediterranean". *Journal of Insect Conservation*, 22(2), 345-350.

Samways M.J., 1998. Insect population changes and conservation in the disturbed landscapes of Mediterranean-type ecosystems. In *Landscape disturbance and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems*: 313-331. *Springer*, Berlin, Heidelberg.

Satha A.Y. and Samraoui B., 2017. Environmental factors influencing Odonata communities of three mediterranean rivers: Kebir-east, Seybouse, and Rhumel wadis, northeastern Algeria. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 72(3): 314–329.

Schütte C. and Schrimpf I., 2002. Explaining species distribution in running water systems: larval respiration and growth of two Calopteryx species (Odonata, Zygoptera). *Archiv für Hydrobiologie*, 217-229.

Sellam-Bouattoura N., Attou F., Arab A. and Samraoui B., 2018. Odonata of the Mazafran hydro system: Distribution and community structure. *Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)*, 73(4) : 537–549.

Seltzer P., 1946. *Le climat de l'Algérie*. Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe, Université d'Alger. Fascicule hors série : 219 p.

Senouci H. and Bounaceur F., 2018. Contribution to the study of diversity and abundance of odonates in some wet biotopes in Tiaret region, *Algeria. Plant Archives*, 18(1): 555-560

Suhling F., Martens A. and Suhling I., 2017. Long-distance dispersal in Odonata: Examples from arid Namibia. *Austral ecology*, 42(5) : 544-552.

T

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., et Usseglio-Polatera P., 2000. *Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Paris, 577 p.

Tennessen K.J., 2009. Odonata : Dragonflies, Damselflies. In *Encyclopedia of insects* (pp. 721-729). *Academic Press*.

Testard P., 1981. Odonates in : Durand J.R et Lèveque C. *Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo soudanienne*. Initiations-Documentations Techniques, ORSTOM, Paris, (45) : pp : 445-481.

Thiebault J., 1952. *Socle métamorphique en grande Kabylie* : Monographie régionale. XIX^{ème} congrès géologique international, Algérie, 1^{ère} série (4) : 43p.

U

UICN M., 2008. La Liste rouge des espèces menacées en France-Contexte, enjeux et démarche d'élaboration. MNHN/UICN.

U. I. C. N., France et MNHN S., 2015. La Liste rouge des espèces menacées en France-Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France, p 978-2.

V

Varanguin N. et Sirugue D., 2007. Inventaires des odonates patrimoniaux en Bourgogne. *Revue Science Bourgogne-Nature*, 5: 66-80.

Villalobos-Jimenez G., Dunn A., et Hassall C., 2016. Dragonflies and damselflies (Odonata) in urban ecosystems: a review. *European Journal of Entomology*, 113, 217-232.

W

Wikelski M., Moskowitz D., Adelman J.S., Cochran J., Wilcove D.S., et May M.L., 2006. Simple rules guide dragonfly migration. *Biology letters*, 2(3), 325-329.

Y

Yakoub B., 1996. *Le problème de l'eau en grande Kabylie*. Le bassin versant de Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 210p.

Yalles Satha A. and Samraoui B., 2017. Environmental factors influencing odonata communities of three Mediterranean rivers: Kebir-East, Seybouse, and Rhummel wadis, northeastern Algeria. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 72 : 314-329.

Z

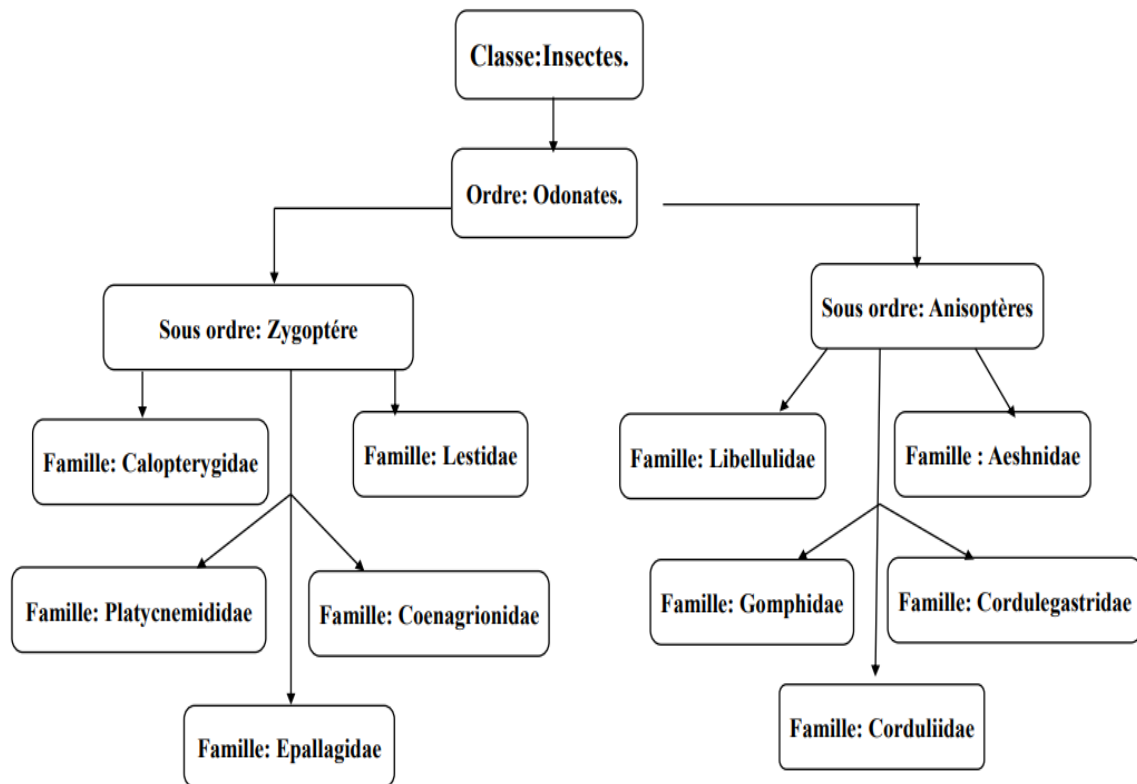
Zawal A., et Buczyński P., 2013. Parasitism of Odonata by Arrenurus (Acari : Hydrachnidia) larvae in the lake Świdwie, nature reserve (NW Poland). *Acta parasitologica*, 58(4), 486-495.

Zebsa R., 2016. *Ecologie et statut des Gamphidae (Odonata) à Oued Seybous*. Thèse de Doctorat, Université de Guelma, Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, 139 p.

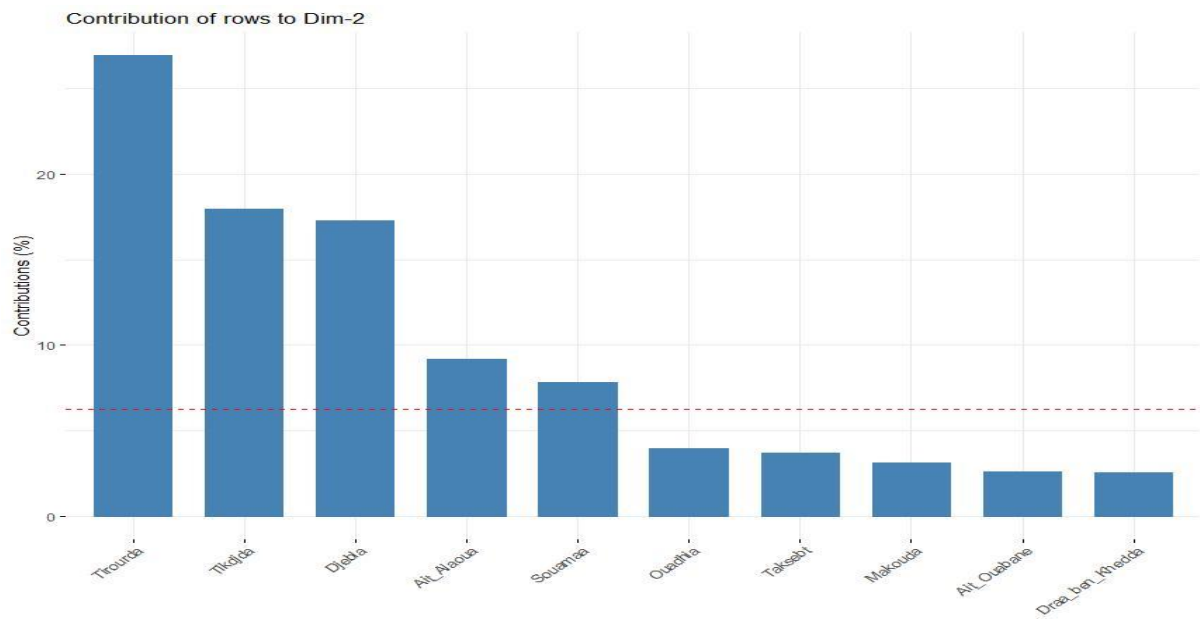
Zerrouk M., Dakki M., Bennas N., El Agbani M.A., El Alami M., Ghamizi M. and Himmi O., 2021. Nouvelles données sur les macroinvertébrés du bassin versant du Haut Sebou (Moyen Atlas, Maroc) : Insectes, mollusques et crustacés. *Boletín de la SEA*, (69) : 29-44.

Annexes

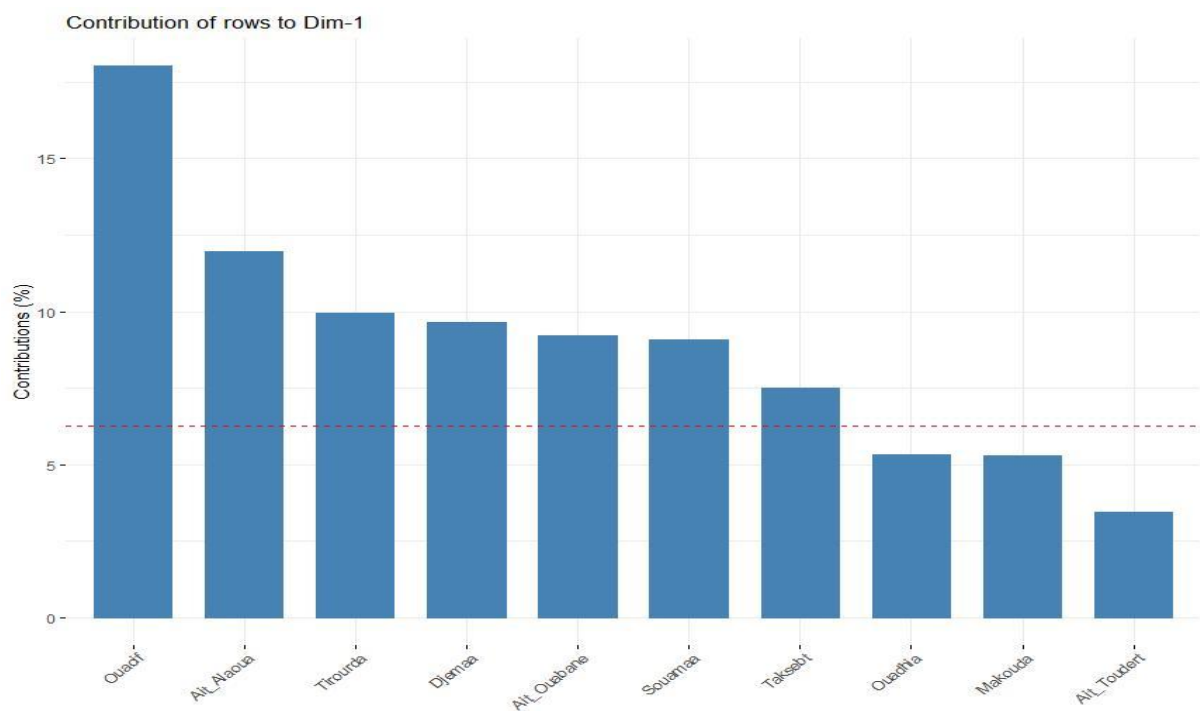
Annexe 1 : Classification actuelle des familles d'odonates dans le monde 'D'Aguilar et *al.*, 1985).



Annexe 2. Les sites d'études contribuant à l'information pour l'axe 2(Dim 2)



Annexe 3. Les sites d'études contribuant à l'information pour l'axe 1



Annexe 4. Températures mensuelles mesurées en degré celsius in situ pour les stations de l'écosystème lotique

Stations Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct
Tikdjda	11,6	12,7	17	19,9	23,2	22,1	21,6	11,6
Ait Alaoua	10	16	14	16	16	18,8	15,6	10,5
Ait Ouabane	13	10	15,8	18,2	23	20,1	18,6	15,9
Ouacif	10,8	10	17,3	19,3	19,1	22,1	20,8	15,5
Ouadhia	12	12,3	17,3	20,7	22,6	21	18,7	13,5
Boghni	12,8	13,5	19,7	23,1	25,6	24	18,7	16,1
Tirourda	10,5	12	14,7	16,8	19	18	16,5	14
Djemaa	10,5	16	17,4	26,4	19,3	/	/	/

Annexe 5. pH mensuel mesuré in situ dans les stations de l'écosystème lotique

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct
Tikdjda	7,62	10,06	9,3	8,6	8,4	8,46	8,5	8,54
Ait Alaoua	8,79	8,5	8,23	8,66	8,11	8,51	8,41	8,41
Ait Ouabane	9,56	10,15	10,1	10,32	8,01	8,06	7,94	8,13
Ouacif	10,8	10,47	8,67	8,44	8,08	8,2	8,09	8,25
Ouadhia	10,49	10,1	9,6	8,52	8,12	8,23	8,43	8,41
Boghni	10,59	10,61	9,3	8,5	8,16	7,59	7,7	8,36
Tirourda	10,34	9,6	10	9,34	8,44	8,32	8,22	8,32
Djemaa	9,03	9,58	9,23	8,03	8,66	8,25		

Annexe 6. Températures mensuelles mesurées en degré celsius in situ pour les stations de l'écosystème lentique

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct
Makouda	18	21	31.2	28	30	29.2	/	/
Taksebt	15.5	18.5	27	23.1	25,1	29,2	26,9	21
Freha	20	25	22,5	33,2	27,7	/	/	/
Souamaa	17.1	21	28	29,9	32,8	29,3	28,6	19,2
Ait Toudert	15.5	20	23,6	28,2	29,6	29,7	27,3	15,5
Akfadou	4	13	25,2	23,9	25,1	27	19,9	15,6
Djebila	16.9	23.4	29,7	31,1	30,2	35	34,2	25,5
DBK	16.8	19.7	28.2	26.7	28.7	27.2	30	21.4

Annexe 7. pH mensuel mesuré in situ dans les stations de l'écosystème lentique

Stations Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct
Makouda	10	10,21	8,02	7,02	9,79	9,54	/	/
DBK	9,93	10,18	10,02	8,56	8,68	8,58	8,76	8,31
Taksebt	10,18	10,38	8,3	7,82	7,8	8,07	8,41	8,1
Freha	9,46	9,79	9,02	8,65	7,04	/	/	/
Souamaa	10,49	10,45	10,38	8,82	8,58	8,43	8,5	8,33
Ait Toudert	9,29	10,14	8,45	8,3	8,22	8,44	8,3	7,88
Akfadou	8,39	8,63	8,42	8,65	9,2	8,73	8,25	8,56
Djebila	8,61	8,37	8,42	8,93	8,95	9,2	9	8,45

Annexe 8 : Paramètres environnementaux des sites d'étude.

Sites	Longitude	Latitude	Altitude	Type Ecos	Habitat	Paysage	végétation bordante
Makouda	4°03'39"E	36°45'50"N	72	Lent	R.C	Milieu ouvert	Roseau (<i>Typha angustifolia</i>), Genêt, Ronce, Tamarix, Terrain agricole Vignoble, Pommier,
	4°03'36"E	36°46'04"N	80				
Freha	4°18'20"E	36°45'21"N	139	Lent	R,C	Urbain	Roseau (<i>Typha angustifolia</i>)
	4°18'23"E	36°45'24"N	138	/	/	/	Verger-Tamarix-frêne, Terrains agricole, Roseau
Draa Ben Khedda	3°58'09"E	36°42'47"N	91	Lent	R.C	Milieu ouvert	Terrain agricole, Vignoble, Pommier, Tamarix
Souamaa	4°21'12"E	36°40'52"N	235	Lent	R.C	Milieu ouvert	Typha, Elymus
	4°20'51"E	36°41'46"N	246	Lent	R.C	Milieu ouvert	Roseau, Tamarix
Ait Toudert	4°9'2"E	36°32'19"N	276	Lent	R.C	Semi-urbain	Asfodel-Typha-Ronce, Frêne Tamarix, Terrain agricole
Taksebt	4°07'01"E	36°40'39"N	100	Lent	Barrage	Semi Urbain	Genêt- Ronce, Tamarix-Diss Roseau - <i>Rosa canina</i>
Djebba	4°12'39"E	36°46'22"N	153	Lent	Barrage	Semi urbain	Terrain agricole, Roseau
Akdadou	4°34'04"E	36°37'42"N	1572	Lent	Lac Antenne	Forêt	Chêne zène -Aubepine-Cirpe, Maquis-
	4°36'10"E	36°41'40"N	1200	Lent	Lac Noir	Foret	Chêne Afares- <i>Calicutum spinosa</i> -Ronce
Darna	4°15'56"E	36°29'31"N	1136	Lent	Bassin artificiel	Forêt	Chêne vert
Imaloussen	4°15'31"E	36°47'03"N	167	Lent	R.C	Semi urbain	Terrain agricole
	4°15'33"E	36°45'03"N	145		R.C	/	Tamarix , frene
Ouacif	4°11'27"E	36°30'13"N	457	Lot	Cours d'eau	Montagne	Aulne-Orme
	4°10'09"E	36°9'06"N	851	Lot			<i>Laurier rose</i> -Oléastre
	4°11'06"E	36°29'39"N	558	Lot			Saule-Peuplier-Grenadier
Assif n tamda ousserghi	4°08'12"E	36°32'58"N	241	Lot	Assif	Montagne	Saule-Aulne-Frene-Tamarix
Assif Ath Ouelhadj	4°16'58"E	36°32'25"N	461	Lot	Assif	Montagne	Micocolier-Aulme-Olivier-Tamarix-Mérisier, Ronce-frêne-Roseau-Fougère Aigle
Boghni	3°57'12"E	36°31'13"N	321	Lot	Assif	Semi ouvert	Frene-Rosa canina-laurier rose-Saule-Tamarix-Roseau, <i>Symbicus ibilus</i> , lierre grim pant
Ait l'Kaied	4°06'02"E	36°31'05"N	386	Lot	Cascade	Montagne	Ronce-Laurier rose-Tamarix-aulne
Djemaa	4°17'04"E	36°32'37"N	462	Lot	Assif	Semi ombragé	Micocolier-Roseau-Olme-Olivier-Merisier-frene-Orme- <i>Qlq</i> pied Figuier
	4°17'25"E	36°32'52"N	494	Lot	Rouisseau	Semi ombragé	Roseau-Populus-olme-pistachier-olivier-ronce-chene liege-Merisier
	4°15'29"E	36°32'59"N	395	Lot	Assif	Semi urbain	Tamarix-olme-ronce-Figue de barbrie-olivier-pistachier-Auléastre
Draa El mizane	3°48'37"E	36°33'43"N	314	Lent	R.C	Milieu ouvert	jancus-Typha-Auléastre-Terrain agricole
	3°50'24"E	36°34'00"N	279	lent	Barrage	Milieu ouvert	Pin d'alep-Eucalyptus-Roseau-Cactus-Oléastre-Ronce-Lentisc

Tizi ghenif	3°47'29"E	36°34'50"N	312	Lent	Barrage	Milieu ouvert	Jonc-Tamarix-Typha
Tilssedit (Bouira)	4°03'38"E	36°20'53"N	458 m	Lent	Barrage	Milieu ouvert	Roseau -Tamarix-
Lac ouguelmim	4°04'05"E	36°27'48"N	170 0m	Lent	Lac	Montagne	Plante herbacée
Mare Azazga	4°23'44"E	36°45'58"N	556 m	Lent	Mare	Forêt	Roseau-Typha-Frene
Thala Rana (Bouira)	4°03'17"E	36°10'69"N	130 5	Lent	Bassin artificiel	Milieu ouvert	verget -arbre fruitier -chatenier
	4°32'31"E	6°67'00"N	920	Lot	Ruisseau	Foret	Aulme-orme-Laurier rose
Thala Guilef	4°00'95"E	36°28'31"N	145 0	Lot	Ruisseau	Foret	Cèdre de l'atlas-Rosa canina-Absenthe-Oxycedre-Ronce-Aurigon-Tamarix
Sidi Naamane	3° 59' 01"E	36° 45' 49"N	79	Lent	Retenue colinaire	milieu ouvert	Terrain agricole
Lac Boukhelfa	4°01'03"E	36°44'43"N	80	Lent	Lac	Semi urbain	Roseau
Ouacif	4°11'27"E	36°30'13"N	457	Lot	Cours d'eau	Montagne	Orme-Aulme-Frêne-Grenadier
						semi ombragé	olivier -Laurier rose-peuplier
							saule-auléastre
Ait Alaoua	4°15'11"E	36°28'28"N	118 9	Lot	Ruisseau	forêt	chêne vert - Cèdre de l'Atlas,Diss- <i>Flomis bovier-Phyrula communis</i>
	4°15'43"E	36°28'38"N	106 5				Merisier- Aulne- <i>Inula viscus</i> -Vigne -Saule-Petit houx.
	4°15'11"E	36°28'27"N	120 7				Ronce- <i>Laurier rose</i> ,Genêt-Aubepine-Fougère
Ait Ouabane	4°16'58"E	36°29'47"N	725	Lot	Cours d'eau	Montagne	Figuier-Aulme-Grenadier-Chêne vert-
	4°17'00"E	36°29'00"N	765	Lot		milieu ombragé	Orme
	4°17'14"E	36°28'53"N	911	Lot			
	4°17'51"E	36°28'45"N	101 2	Lot			
Ouadhia	4°06'02"E	36°31'05"	386	Lot	Cours d'eau	Montagne	Saule(<i>Salix alba</i>)-Oléastre-Frêne-
Djemàa	4°17'03"E	36°32'38"N	460	Lot	Oued	Semi ombragé	Aulne-Ronce- Roseau
				Lot	Ruisseau	Semi ombragé	Olivier-Merisier-Populus-Pistachier
							Chêne liège-Micocolier-Orrme-Frêne-Figuier
Beni Yenni	4°15'28"E	36°32'29"N	431	Lot	Oued	Milieu ouvert	Tamarix -Frêne-Aulme
Tirourda	4°37'9"E	36°29'29"N	113 5	Lot	Ruisseau	Montagne	Fougère aigle -Orme-Aulme-Lierre
	4°21'26"E	36°29'02"N	130 3	Lent	Marre	Forêt	Laurier noble-Saule
Tikdjda	4°06'25"E	36°27'26"N	145 8	Lot	Ruisseau	Forêt	Cèdre de l'Atlas-Pin noir-Chêne vert -strate herbacé
							Plantes hydrophyles,Crissons de fontaine, Jonc,Saule- <i>Rosa canina</i> -Ronce
Sidi Khelifa (Azzefoune)	4° 30' 34"E	36°52' 40" N	1	Lot	Rouisseau	Semi ouvert	Roseau-Tamarix
Thala Guilef	4°00'95"E	36°28'31"	145 0 m	Lot	Ruisseau	Forêt	Cèdre de l'Atlas

Oued Sebaou	4°18'12 "E	36°43'51 "N	100	Lot	Pont Tamda	Milieu ouvert	Roseau
	4°23'12 "E	36°38'25 "N	221	Lot	Pont boubhir	Milieu ouvert	
	4°11'27 "E	36°42'14 "N	113	Lot	Pont Freha	Milieu ouvert	
Boghni	3°57'12 E	36°31'13"N	321	Lot	Oued	Semi ombragé	Frêne- <i>Rosa canina</i> - <i>Laurier rose</i> -saule,tamarix-Lierre grimpant- <i>Sambicus ibilus</i>
Azrou n'thor	4°23'08"E	36°28'57"N	1760	Lot	Ruisseau	Ouvert	Plantes herbacées
Tizi Kouilel	4°14'25"E	36°28'07"N	1572	Lot	Ruisseau	Ouvert	Falaise
Larbaa Nath irathen	4°11'00 "E	36°39'03"N	900	Lot	Cours d'eau	Montagne	Roseau-Tamarix-Aulme -Olivier
Assif Sahel	/	/	820	Lot	/	Montagne	Roseau, Tamarix,
Assif El Khemis	/	/	320	Lot	/	Semi ombragé	Frêne, <i>Laurier rose</i>
Assif illilten	/	/	450	Lot	/	Semi ombragé	Orme, Aulne.
Assif Oussardoune	/	/	310	Lot	/	Ouvert	Olme ,frêne,
Assif Larbaâ	/	/	230	Lot	/	Ouvert	Frêne, Roseau, Tamarix, Laurier
Oued Aissi	/	/	220	Lot	/	Ouvert	Roseau, Frêne, <i>Laurier rose</i>
Oued Mechtras	/	/	680	Lot	/	/	Roseau, Frêne, <i>Laurier rose</i>
Agueni gueghrane	/	/	620	Lot	Ruisseau	Semi-ombragé	Saule(<i>Salix alba</i>)-Oléastre-Frêne-
Tizi N'slatha	/	/	740	Lot	Barrage	Ouvert	Tamarix,Terrain agricole
Oued Bougdoura	/	/	42	Lot	Oued	/	Roseau,
	/	/	53				
	/	/	70				

Productions Scientifiques

Université Mustapha STAMBOULI de Mascara
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



جامعة مصطفى استمبولي معسكر
تأليه علوم الطبيعة والحياة



Attestation de Communication

Nous soussignons, le président du comité de la « 1ere Journée Nationale d'Entomologie et de Parasitologie » tenu le 11 mars 2020 à l'Université Mustapha STAMBOULI de Mascara, atteste que **Ait Taleb L., Houmandi M., Zebza R., Bensidhoum M. et Lounaci A.**



Ont présenté une **Communication Orale** intitulée: «Les oronates du bassin versant de sébaou (Kabylie du Djurdjura)».



Dr RIGHI Kada
Président de la journée

الجامعة الوطنية للعلوم والتكنولوجيا
الجامعة الوطنية للعلوم والتكنولوجيا



Centre de Recherche Scientifique et Technologique sur les Régions Arides (C.R.S.T.R.A.)



Laboratoire Biotechnologie et Qualité des Phosphates (LECCEN)



Association Nationale Algérienne d'Ornithologie (ANAO)



Association Nationale Algérienne de Botanique (ANAB)



Laboratoire de Biodiversité Végétale, Conservation et Utilisation (L.B.V.C.U.)



UNIV. TLEMCEN

شهادة مشاركة

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Attribuée à : Ait Taleb Lamia,

Co-auteurs : Ali Ahmed Saadoudi Djamilia, Lounaci Abdelkader, Houhamdi Moussa

Université Mouloud Mammeri - Tizi Ouzou

Pour leur participation au 1er Séminaire National en ligne (Webinaire) sur les Zones Humides en Algérie organisé à Tlemcen, le 02 Février 2021, avec une communication orale intitulée :

La Biodiversité des Ibibelles dans la Kabylie du Djurdjurs

زغوس الملتقى



Président du Colloquium

زغول اللجنة العلمية



Président du Comité Scientifique



Représentant du CRSTRA
BENZOUKHA Ibrahim
Directeur de la

مجلس مركز البحث العلمي



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 République Algérienne Démocratique et Populaire
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf de M'sila

Faculté des Sciences
 Département des Sciences de la Nature et de la Vie
 Laboratoire de la biodiversité et techniques biotechnologiques de la valorisation
 des ressources végétales (BTB-VRV)

**International Seminar on Biodiversity, Valorization and
 Conservation of Urban and Forest Ecosystems:
 (In support of sustainable development)**

28.29-04.2021

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le comité scientifique du Séminaire atteste que :

Mlle/Mme/Mr : **AIT LALEB Lamia**

A présenté une **Communication affichée**

Intitulée : **Inventaire des odonates de la Kabylie du Djurdjura**

Co-auteurs : **HOUILAMDI Moussa, LOUNACI Abdeltkader, SAABOU DE-ALI AHMED Djamilia**

Le Président du Séminaire
Dr. Rabah BOUNAR

[Signature]

Univ. M. B. V'Sila
 Faculté des Sciences / Dépt SNV
 28.29- 04.2021

Le Doyen de la Faculté des Sciences
Pr. Etayeb BENSACI

[Signature]
 محمد عطية العليوم
 ياسسي الطيب



National Higher School of Agronomy
Department of Agricultural and Forest Zoology
Laboratory of plants Protection in agricultural and natural
environment against crop pests

Certificate of participation



Is awarded to

Ait Taleb Lamia,
Houhamdi Moussa & Sadoudi Ali Ahmed Djamila

For the Poster entitled :

**TIAF3 : Liste préliminaire des odonatoptères de l'écosystème lentique
de la Kabylie du Djurdjura**

**Within the 1st International Webinar of Animal Biodiversity,
Protection and Environment
" WIBAPE2022 "**

that has been held online from 26 to 27 May 2022
on National Higher School of Agronomy
Algiers, Algeria

Webinar President

Dr. Hassiba Berraï

A blue ink signature of Dr. Hassiba Berraï.



We are so happy to have seen you in our webinar
<https://wibpeensa2022.wixsite.com/wibpe2022>

