



Financé par l'Union européenne



المملكة المغربية
ROYAUME DU MAROC
وزارة التوطين والتنمية البشرية والبيئة والرياح
Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Énergie, de l'Environnement et de l'Énergie Éolienne



المجلس الوطني لحقوق الإنسان
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΗΘΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ
Conseil national des droits de l'Homme



ATED
جمعية للاسعاد للبيئة والتنمية
Association for Environment and Development

Synthèse

des mémoires de master

réalisés dans le cadre du projet Mobilisation des jeunes et de la société civile pour la résilience aux changements climatiques dans les Parcs de Talassemrane et Bouhachem »

Programme « Mocharaka Mouwatina »

Financé par l'Union Européenne, mis en oeuvre par l'UNOPS, et exécuté par ATED



PNB



PNTL

المملكة المغربية
ROYAUME DU MAROC



وزارة الزراعة والصيد البحري والتنمية القروية والمياه والغابات
Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

المندوبية السامية للمياه والغابات
Département des Eaux et Forêts



UNOPS



جامعة محمد السادس
Université Mohammed VI

**Cette publication a été produite avec le soutien financier
de l'Union européenne. Son contenu relève
de la seule responsabilité de ATED et ne reflète pas
nécessairement les opinions de l'Union européenne.**

**Synthèse des mémoires de master réalisés
dans le cadre du projet Mobilisation des jeunes
et de la société civile pour la résilience aux changements climatiques
dans les Parcs de Talassemtane et Bouhachem »**

El Kourchi Yassin & El Yagoubi Sara

Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Département de Biologie,
Laboratoire Ecologie, Systématique et Conservation de la Biodiversité. Tétouan, Maroc.

Sommaire

1. INTRODUCTION	1
2. CONTEXTE GÉNÉRAL	3
3. MÉTHODOLOGIE	5
3.1. AIRE D'ÉTUDE ET STATIONS CHOISIES	5
3.2. ÉCHANTILLONNAGE DES MACROINVERTÉBRÉS AQUATIQUES	6
3.3. RÉCOLTE DE LA FAUNE ENTOMOLOGIQUE	7
3.4. ÉVALUATION DU PROCESSUS DE RÉGÉNÉRATION NATURELLE DE LA SAPINIÈRE	8
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	9
4.1. ÉVOLUTION DE LA STRUCTURE DES PEUPEMENTS AQUATIQUES	9
4.1.1. COMPOSITION TAXONOMIQUE DES PEUPEMENTS DE MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES EPT	9
4.1.2. COMPOSITION TAXONOMIQUE DES PEUPEMENTS DE MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES OCH	10
4.1.3. HOTSPOTS COMMUNS ENTRE EPT ET OCH	11
4.2. ÉVOLUTION DE LA STRUCTURE DE LA FAUNE DIPTÉRIENNE	12
4.3. ANALYSE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DE LA SAPINIÈRE MAROCAINE	13
4.4. PRINCIPAUX IMPACTS OBSERVÉS DANS LES DEUX AIRES PROTÉGÉES	14
CONCLUSIONS	17
RECOMMANDATIONS	18
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	1

1. Introduction

Il est connu de nos jours que les changements climatiques apparaissent comme une réalité scientifique qui impactent de plus en plus les milieux naturels, y compris la biodiversité, en induisant soit des pertes d'espèces où les conditions du milieu ne répondent plus à leurs exigences écologiques, soit au contraire apparition de nouvelles espèces lorsque le milieu devenu plus soutenable et engendrant parfois des maladies émergentes, ou bien provoquant des migrations des espèces selon un gradient altitudinal ou bien latitudinal.

Cependant, l'impact des changements climatiques comme étant le résultat des actions anthropiques croissantes, sur la composition et la distribution des organismes vivants a accru l'intérêt pour la protection et la conservation de la biodiversité au cours des dernières décennies (Burgmer *et al.*, 2007). Les pertes de biodiversité dues à la pollution, à la surexploitation, à la détérioration, à la fragmentation ou aux perturbations de l'habitat naturel ont été considérées avec une importante inquiétude (Fahrig, 2003 ; Lotze & Milewski, 2004). Le réchauffement climatique est susceptible de modifier les conditions hydrothermales mondiales et régionales et d'augmenter la fréquence et l'ampleur des sécheresses et des inondations (Stewart *et al.*, 2004). Deux aspects majeurs des impacts climatiques sur les cours d'eau sont la température et le débit de l'eau (Durance & Ormerod, 2007). D'un côté, la température de l'eau est depuis longtemps reconnue comme un facteur majeur de la distribution, de l'abondance et de la richesse des êtres vivants le long des gradients de latitude et d'altitude (Vannote *et al.*, 1980).

Depuis les années 1990, la relation entre le changement climatique et la conservation de la biodiversité a attiré une attention croissante et les effets potentiels des fluctuations climatiques sur la biodiversité mondiale ont été reconnus par de nombreux chercheurs (Root *et al.*, 2003).

Dans ce contexte, un bon nombre d'études se sont investies sur ce thème de recherche pour mieux appréhender cet impact sur la faune et la flore. C'est dans cette perspective que nous envisageons dans le cadre de ce projet de mener une étude sur cette catégorie des peuplements aquatiques et d'étudier ainsi l'impact des changements

climatiques sur quelques familles d'insectes terrestres, et de suivre l'évolution du processus de la régénération de la sapinière de Jbel lkraa notamment.

L'objectif principal de ce travail est donc d'avoir dévoiler le plus fidèlement possible l'évolution de la biodiversité faunistique comme floristique au sein des deux parcs prospectés tout au long des dernières décennies. Par conséquent, ceux-ci permettront de mettre en évidence :

- L'impact des changements climatiques et/ ou les impacts anthropiques sur l'évolution de la diversité biologique dans les deux parcs.
- Les habitats types qui pourraient être les plus fragiles et/ou les plus menacés suite à l'ensemble des menaces signalées.

Le présent rapport synthétise 2 mémoires du Master Spécialisé-Ingénierie en Ecologie et en Gestion Biodiversité et un rapport.

1. EL MOUDEN Mohamed Amin. L'effet des changements climatique Ephéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères dans le Rif Occidental. Encadré par Pr. Majida EL ALAMI et Mme Kaoutar Aouane.

2. EL BATAHI Mohammed & JEBARI Yousouf. Coléoptères, hémiptères et odonates du Parc National de Talassemtane et du Parc Naturel de Bou Hachem (Rif occidental, Nord du Maroc). Biodiversité, biogéographie et état de conservation. Encadrés par Pr. Nard BENNAS et Mme Kaoutar Aouane.

3. Mariem BEN SAID, Hoda ZAOUI, Nizar DMAGH, Elmehdi JADAR et Ahmed SAHIM. Impacts du changement climatique sur la régénération du Sapin de Jbel Lakraâ. Dirigé par le Pr Taiqui Lahcen.

2. Contexte général

Les changements climatiques sont un résultat des émissions humaines de gaz à effet de serre provenant de plusieurs actions anthropiques excessives. Ces changements climatiques se caractérisent par des températures plus élevées, des changements dans les régimes pluviométriques, des changements dans la fréquence et la distribution des événements météorologiques tels que les sécheresses, les tempêtes, les inondations et les vagues de chaleur, l'élévation du niveau de la mer et les impacts qui en découlent sur les systèmes humains et naturels (Riedy, 2016).

La majorité des études réalisées dans ce sens, ont toujours ciblé les plantes et les vertébrés, dont principalement les mammifères, alors que très peu d'études ont été réalisées sur les invertébrés terrestres; quoique, ils représentent une composante très importante des biocénoses terrestres en termes d'abondance et de diversité taxonomique. Au sein de cette composante majeure qui figure les invertébrés terrestres, les insectes représentent à eux seuls une proportion assez importante qui domine majoritairement le reste des invertébrés terrestres et constituent un modèle biologique aussi important et pertinent que d'autres groupes taxonomiques plus emblématiques, tels les plantes, les oiseaux et les mammifères qui sont généralement ciblés dans ce genre d'étude. C'est dans cette perspective que nous envisageons dans le cadre de ce projet de mener une étude sur cette catégorie des biocénoses terrestres et d'étudier ainsi l'impact des changements climatiques sur quelques familles d'insectes terrestres.

En plus du scénario émergent des changements climatiques, qui façonne sans équivoque les modalités de résilience des écosystèmes continentaux, l'intégrité écologique des cours d'eaux au Rif demeure critique, conjointement à l'action redoutable de l'impact anthropique qui exacerbe encore plus l'état écologique de ces milieux. En outre, les cours d'eaux de cette contrée du pays montrent un profil hydrologique de type méditerranéen, marqué le plus souvent par des crues hivernales intenses, et des séquences d'assèchement estivales extrêmes. Ainsi, afin de connaître l'état écologique des écosystèmes aquatiques, des outils d'évaluation se basant essentiellement sur les préférences écologiques et les traits biologiques des organismes d'eau douce ont été développés (Rosenberg & resh, 1992 ; Graf *et al.*, 2008 ; Graf *et al.*, 2009 ; Buffagni *et al.*, 2009 ; Li *et al.*, 2010).

Toutefois, la répartition de la végétation naturelle dépend directement des facteurs climatiques comme les précipitations et les températures. En fait, suite à leurs variations géographiques, les facteurs climatiques constituent des gradients environnementaux qui contrôlent la distribution des végétaux en fonction de la latitude, de la continentalité ou de l'altitude. Parmi ces gradients, la variation pluviothermique altitudinale est la plus étudiée en rapport avec le changement climatique. En remontant vers les sommets montagneux, la pression de l'air diminue rapidement et implique des variations pluviométriques considérables et une diminution drastique des températures. Cette variation climatique accentuée se traduit par la séparation de types variés de végétation, sous forme d'étages nettement délimités en comparaison avec les bandes diffuses des gradients latitudinaux (Jump *et al.* 2009).

3. Méthodologie

3.1. Aire d'étude et stations choisies

Le projet du Parc Naturel de Bouhachem qui relève de la portion méridionale de la chaîne rifaine, présente une véritable enclave de grande valeur patrimoniale dans la région, traversé principalement par 3 bassins versants, à savoir BV Loukkos, BV Martil et BV Oued Laou parcourus au long des terrains schisteux.

Avec son relief accidenté englobant des vallées encaissées, creusées par des oueds à caractère torrentiels, le Parc National Talassemrane offre des paysages naturels de grande valeur patrimoniale. Par ailleurs, ce parc émerge comme étant un sanctuaire emblématique de la biodiversité aux alentours, assez reconnu par ses paysages pittoresques, qui s'étale sur la plus grande partie du massif rifain. Toutefois, cette distinction écologique provient de la grande valeur biologique et écosystémique de ses paysages et ses habitats naturels, une telle gamme d'éléments de singularité offre par conséquent les meilleures conditions pour l'hébergement d'un cortège faunistique et floristique potentiellement diversifié et spectaculairement rares et impressionnant. L'abondance des précipitations, la réduction des écarts thermiques grâce à l'adoucissement climatique due aux influences océaniques et le contraste entre la façade méditerranéenne sèche et l'autre atlantique relativement humide se sont les caractéristiques climatiques particulières de ce parc qui sont dues particulièrement à sa situation géographique.

De ce fait, et comme étant parmi les premières études de son genre au Maroc, cette étude vise à examiner la relation entre les changements climatiques et la composition des communautés des macroinvertébrés aquatiques des réseaux hydrographiques du Rif occidental, au niveau du Parc National de Talassemrane et du projet du Parc Naturel de Bouhachem précisément. Le choix de ces deux parcs est basé principalement sur la nature méditerranéenne de leurs cours d'eau qui les rend très sensibles envers les changements climatiques, ce qui affecte directement les communautés aquatiques de ces cours d'eau y compris les macroinvertébrés aquatiques qui sont très diversifiés au niveau du PNTLS et

du PPNB avec un taux d'endémisme assez élevé. Pour ce faire, un recensement des travaux hydrobiologiques réalisés dans la zone d'étude s'avère nécessaire pour cette étude puisque les premières recherches datent des années 80, avant même la création du Parc PNTLS.

D'autre part, dans le cas du sapin marocain, il s'agit d'une espèce relique autrement dit une espèce qui est géographiquement isolée dans un refuge montagneux limitée où la niche écologique favorable à l'espèce est condamnée à disparaître. Même avec les scénarios les plus optimistes, l'aire de distribution potentielle de l'espèce est menacée de disparition à l'horizon de la moitié du siècle (Ghallab, 2015).

3.2. Echantillonnage des macroinvertébrés aquatiques

Les macroinvertébrés benthiques comprennent un grand nombre de taxons, dont beaucoup ont un degré de tolérance connu, ce qui facilite l'interprétation des données recueillies. En outre, le grand nombre d'éléments présents permet de couvrir un large éventail de réponses. Ainsi, grâce à ces insectes il est possible de découvrir diverses sources de pollution et de détérioration des cours d'eau. (Chessman, 1995 & Camargo *et al.*, 2004).

D'un point de vue habitats aquatiques, les deux parcs renferment des écosystèmes aquatiques de typologie variée, comme les sources, les ruisselets de sources les cours supérieurs, moyennes, inférieure des oueds, les mares, en plus de tourbière qui sont considérés comme un écosystème aquatique très rare au Maroc (Bennas *et al.*, 2009 ; Benamar *et al.*, 2011 ; Slimani *et al.*, 2016). Malgré leur importance, la sécheresse en plus des impacts d'origine anthropiques seraient responsables de la dégradation totale ou partielle de nombreux écosystèmes aquatiques au Maroc (Bennas *et al.*, 2005).

À partir du 18 février jusqu'au 27 juillet 2020, 12 sorties de prospection ont été réalisées dans le Parc National de Talassemtane (PNTLS) et le projet du parc naturel Bouhachem (PPNB). Ces sorties étaient destinées aux études hydrobiologiques dont les 35 points d'échantillonnages classés par bassin et sous bassin versant ont été choisis le long des itinéraires routiers Bab Taza, Chefchaouen, Tétouan. Ainsi, 27 stations se localisent sur les cours d'eau jalonnant le PNTLS et 8 sur les rivières du PPNB.

Dans ce cadre prospectif, nous avons réalisé deux grandes campagnes d'échantillonnage, l'une avant le confinement durant la saison hivernale, et l'autre juste

après la levée d'état d'urgence en Juillet (PNTLS), malgré l'assèchement précoce noté pour la plupart des stations examinées, nous avons pu trouver des flaques d'eau amplement importantes, et cela grâce à la nature calcaire du substratum qui prédomine le PNTLS qui favorise l'infiltration de l'eau et le développement d'un processus karstiques en surface que pour la composante souterraine. Les prospections ont touché particulièrement les milieux aquatiques à faciès lotique pouvant héberger des macroinvertébrés aquatiques.

Lors des prospections entamées, un échantillonnage qualitatif a été réalisé à l'aide d'un filet troubleau de maillage 500µm, afin de retenir les taxons quasi-présents dans les deux parcs. Tout support supposé héberger une faune, est placé dans le filet ou frotté à la main, de telle sorte que toute sa faune soit détachée et introduite dans le filet sous l'effet du courant.

3.3. Récolte de la faune entomologique

Notre intérêt a porté également sur la biodiversité de l'entomofaune terrestre et plus particulièrement celle des Diptères. Ainsi, pour donner une véritable indication et de capturer le maximum possible des différentes espèces des Diptères présentes sur les sites visités, il était nécessaire de recourir à des techniques de récolte permettant d'explorer le plus grand nombre possible de microhabitats constituant le milieu d'étude. De ce fait, pour appréhender les différentes communautés des Diptères présentes dans les stations prospectées, la collecte a été pratiquée à l'aide de deux techniques d'échantillonnage : le Piège Malaise comme l'une des méthodes passives qui permet de collecter les insectes en vol lorsqu'ils se déplacent dans l'air. Ce piège est utile pour l'étude de la faune d'insectes dans les zones difficiles d'accès et échantillonne la faune tout au long du cycle quotidien et par tous les temps (Lambkin *et al.*, 2011). Néanmoins, nous avons utilisé dans la même perspective le Filet entomologique qui est surtout utilisé pour attraper des insectes en vol. Il sert à récolter ainsi les insectes volants entre la végétation, aux bordures des cours d'eau, etc.

Des récoltes d'insectes terrestres dans le parc national de Talassemtane nous ont permises d'établir une liste de 42 familles qui appartiennent à l'ordre des diptères à partir d'un matériel entomologique collecté à la suite de trois campagnes s'étalant de février à mars 2020.

3.4. Évaluation du processus de régénération naturelle de la sapinière

La distribution des êtres vivants est étroitement liée au climat. Dans le cas des plantes, la répartition de la végétation naturelle dépend directement des facteurs climatiques comme les précipitations et les températures. Parmi ces gradients, la variation pluviothermique altitudinale est la plus étudiée en rapport avec le changement climatique. Cette variation climatique accentuée se traduit par la séparation de types variés de végétation, sous forme d'étages nettement délimités en comparaison avec les bandes diffuses des gradients latitudinaux (Jump *et al.*, 2009).

A ces variations climatiques altitudinales correspondent des étages de végétation différents. Ces étages comprennent des structures de végétation contrastées du point de vue physiologie, diversité biologique et fonctionnement écologique. Au sein du Parc National de Talassemtane, on reconnaît 4 étages de végétation **l'étage thermo méditerranéen** (forêts sclérophylles), **l'étage méso méditerranéen** (forêts sclérophylles mésophiles), **l'étage supra méditerranéen** (forêts caducifoliées) et **l'étage montagnard méditerranéen** (forêts des conifères montagnards).

L'échantillonnage a été effectué dans des placettes forestières toutes dominées par le sapin du Maroc. Il comprend 16 placettes circulaires, ayant un rayon variable allant de 10 à 30 mètres en fonction des conditions du terrain. Dans chaque placette, nous avons déterminé les coordonnées de tous les individus de sapin et autres arbres et arbustes présents, en utilisant la distance et l'angle de direction par rapport au centre de la placette. Nous avons enregistré les coordonnées, l'altitude, l'orientation et la pente de chaque placette.

4. Résultats et discussion

4.1. Évolution de la structure des peuplements aquatiques

4.1.1. Composition taxonomique des peuplements de macroinvertébrés benthiques EPT

D'après les travaux réalisés entre 2006 et 2016 dans les trente stations au niveau des deux parcs ont permis de recenser 101 espèces dont 32 d'Ephéméroptères, 22 de Plécoptères et 47 de Trichoptères. Parmi ces espèces trois espèces de plécoptères et quatre espèces de trichoptère sont cités pour la première fois après 2006. Avec cette diversité les deux parcs PPNB et PNTLS abritent l'une des importantes diversités d'invertébrés au Maroc, malgré qu'il ne représente respectivement que 1 % et 0.02 % de la superficie du Maroc. Cette richesse importante reflète la diversité des habitats aquatiques (lotiques et lénitiques), et ainsi leur état de conservation.

L'analyse de l'évolution de la richesse spécifique entre 2006 et 2016 montre une chute énorme de nombre d'espèces d'EPT dans la majorité des stations prospectées, plus de 64 % de stations dans PNTLS et 75 % dans PPNB. Ainsi, deux tiers des 30 stations prospectées ont connu une diminution de la richesse spécifique qui varie entre 12.5 % et arrive jusqu'à 94.44%. Seulement 16.7 % des stations du PPNB qui ont montrées un pourcentage de perte de la richesse spécifique qui dépasse 70 %, contrairement au PNTLS, un total de 64.3 % de stations qui ont dépassés ce seuil. Alors, on peut conclure que les écosystèmes aquatiques du PNTLS sont plus sensibles et susceptibles d'être influencés par le changement climatique comparativement à ceux du PPNB, ou bien qu'ils souffrent d'avantage d'autres pressions anthropiques.

En analysant l'évolution de la structure du peuplement des EPT entre 2006 et 2016, Les éphéméroptères étant l'ordre le plus sensible avec une réduction de richesse spécifique qui est égale à 50 %, suivi par les trichoptères avec 34.88 % de réduction et 31.57 % pour les plécoptères. Dans PNTLS et PPNB, tous les stations ont connu une disparition ou/et migration des éphéméroptères, cela confirme l'état critique de cet ordre. Pour les plécoptères, les stations situées dans PNTLS n'ont connu une grande modification de la richesse spécifique, ou contraire de PPNB où il n'existe que 4 espèces. Enfin les trichoptères, 45.45 % des stations dans PNTLS ont connus une perte des espèces contre 37.5 % dans PPNB. Ces résultats peuvent être considérés comme une situation critique et alarmante.

Le degré de tolérance d'une espèce face aux facteurs abiotiques d'un milieu détermine leur existence. Du coup, les espèces les plus sensibles aux changements tendent vers l'extinction ou la migration vers d'autres habitats plus convenables à leurs préférences. Dans notre cas, 16 espèces d'éphéméroptère, 18 de trichoptères et 9 pour plécoptères ont disparu. En revanche, Les espèces qui tolèrent ces nouveaux facteurs sont installées, un total de 3 espèces de plécoptère et de 4 espèces de trichoptère et aucune pour éphéméroptères.

4.1.2. Composition taxonomique des peuplements de Macroinvertébrés benthiques OCH

La recompilation des données bibliographiques sur les deux parcs du Rif occidental, le PNTLS et le PNBH ont permis l'identification de 89 espèces de coléoptères appartenant à 39 genres et 10 familles, 25 d'hémiptères appartenant à 14 genres, 9 familles et 36 espèces d'odonates appartenant à 21 genres, 8 familles. Le PNTLS héberge à lui seul 78 espèces de coléoptères, 25 espèces d'hémiptères et 21 espèces d'odonates représentant 27,08%, 37,31%, 33,33% de la diversité de ces trois ordres au Maroc. Le PPNB quant à lui abrite 57 espèces de coléoptères, 13 espèces d'hémiptères et 31 espèces d'odonates représentant 19,79%, 19,40%, 49,21% de la diversité de ces trois ordres au Maroc.

En termes de richesse spécifique, le parc naturel de Bouhachem et le parc national de Talassemtane présentent respectivement 77% et 41% des stations qui ont une richesse spécifique modérée à faible ne dépassant pas les 10 espèces par station. L'importance de cette région tourne autour de l'hébergement des espèces endémiques et rares, les stations de PNTLS sont plus riches en espèces endémiques que celles de PPNB. Au sein de PNTLS les stations Oued Majjo et Oued Kelaa présentant une plus haute richesse en espèces endémiques puisqu'elles hébergent 11 espèces.

La composition du peuplement de deux parcs peut être subdivisée en trois grandes catégories chorologiques : la Méditerranée qui est légèrement dominante et qui constitue 58% des espèces recensées ; suivi du chorotype paléarctique qui constitue 30.67%. Tandis que les éléments à large distribution représentent 11.33 %. Au sein des éléments méditerranéens, quatre catégories de répartition sont distinguées selon les zones dans lesquelles chaque espèce est présente. Il a une nette prédominance des espèces de diffusion Ouest-Méditerranéennes (35,60%), suivi des endémiques au sens large qui constituent respectivement 27,12% et 32,88%, puis les espèces Atlanto-

Méditerranéennes qui constituent respectivement 23,73% et 21,92%. Le nombre de chorotypes holoméditerranéens est faible, environ 13.56 pour PPNB et 9.59 % pour PNTLS.

Au sein de du PNTLS, sept habitats aquatiques types sont représentés. Ils sont tous inégalement soumis à l'impact aux activités humaines. L'habitat cours supérieur des oueds est l'habitat le plus fréquent (58,62% des stations correspondent à cet habitat). Il est également l'habitat le plus riche en espèces abritant plus de 97,40% des coléoptères, 92% d'hémiptères et 95,24 % d'odonates.

En revanche, au sein du parc naturel de Bouhachem, il y a quatre habitats types, toujours l'habitat cours supérieur des oueds est le plus représenté (67,44% des stations). Il est également l'habitat le plus riche en espèces abritant 96,50% des coléoptères, 100% des hémiptères et 80,65% des odonates.

4.1.3. Hotspots communs entre EPT et OCH

La richesse et la composition taxonomique constituent les aspects les plus étudiés au niveau des cours d'eau aussi bien permanents que temporaires. Dans de nombreux cas, les différences de la composition faunistique entre les sites permanents et temporaires sont légères et il y a un grand chevauchement entre les communautés aquatiques. Plusieurs échelles spatiales, depuis l'échelle du bassin versant à celui des micro-habitats, se sont avérées avoir une influence sur les communautés des macroinvertébrés aquatiques dans les hydrosystèmes lotiques.

Nos résultats ont montré que les six groupes d'insectes aquatiques étudiés possèdent une richesse spécifique plus élevée au niveau du PNTLS par rapport au PPNB. Ce résultat s'explique par la grande diversité des habitats aquatiques (7 habitats aquatiques dans PNTLS et 4 habitats dans PPNB).

D'après l'analyse de la richesse spécifique par bassin versant, on note bien une nette dominance du bassin versant Laou, qui renferme toute une richesse importante en EPT et OCH au niveau de sud de parc par rapport au nord. Cette richesse est due principalement à la diversité soulevée pour ses habitats aquatiques et ainsi l'étendu des réseaux hydrographiques qui traversent cette région. Par la suite, nous avons le bassin versant de Martil, puis le sous-bassin versant Adelmane et enfin le bassin versant loukkous.

En ce qui concerne la richesse spécifique par station pour les deux groupes, nous remarquons des points chauds communs entre les deux groupes d'assemblage. L'accent est mis sur les stations suivantes : Oued Asemblil, Oued EL Hamma de PPNB ; Oued Kalaa, Oued madissouka, Oued Beni M'hamed, Oued Maggo et Oued Azilane de PNTLS hébergent la plus grande richesse en EPT et OCH par rapport au PPNB.

En fin, il faut noter que les EPT et l'OCH préfèrent les eaux courantes caractérisées par un écoulement le plus souvent permanent avec une absence d'activités anthropiques ou relativement soumis à un degré d'altération modéré qui provoquent une perte temporaire des espèces ou un remplacement de celles-ci par d'autres.

4.2. Évolution de la structure de la faune diptérienne

Une importante richesse spécifique en diptères (212 espèces) se révèle après une analyse bibliographique de 30 familles de diptères enregistrées dans les parcs de Talassemrane et Bouhachem. Correspondent à 51 % des familles des diptères connues du Maroc. Le PNTLS a enregistré une plus grande diversité par rapport au PPNB, représentant respectivement 174 espèces regroupées dans 22 familles et 58 espèces regroupées dans 20 familles.

Au total, nous avons échantillonné 12 stations à travers le territoire de parc national de Talassemrane. 42 familles de diptères ont été collectées durant cette courte durée qui s'étalant de février à mars 2020. Les sites d'échantillonnage sont répartis entre 800 et 1745 m, couvrent une large gamme d'habitats (forêt, matorral, champs de culture, rivière, prairie). Les 42 familles représentent 74 % des familles des diptères connus au Maroc. Cela reflète l'importance de la région en tant que point chaud pour la diversité des diptères.

En termes de richesse, la station de Menteyib a enregistré une plus grande diversité diptérienne par rapport aux autres stations, représentant 24 familles (42 % de familles du Maroc), Suivi par les localités de El Khizana et Timriouen. Sur le plan de fréquences relatives, 29 % des familles sont très fréquentes (12 familles), 26 % sont fréquentes, 14 % sont peu fréquentes et 31 % des familles sont rares (soit 13 familles).

Dans le but d'appréhender un éventuel impact des changements climatiques sur les insectes diptères, on se propose d'analyser la dynamique et l'évolution des peuplements d'une famille de diptères, les Chironomidae, enregistrés dans cinq stations

du parc de Talassemtane entre les années 2010 et 2020 en se basant sur les travaux de Kettani et al. (2010) d'une part et sur nos récentes identifications dans le cadre de projet d'autre part.

Les résultats ont montré un changement dans la composition faunistique entre les deux peuplements dans les sites en commun étudié. Ce changement a causé un déclin significatif dans la richesse spécifique entre 2010 et 2020. Par conséquent, les espèces disparues ont été remplacées par d'autres espèces bien adaptées à nouvelles conditions environnementales.

D'autre part, ces insectes sont vulnérables aux changements climatiques, et par conséquent dépendent fortement des conditions climatiques, en particulier les paramètres de température et de précipitations, et le moindre changement de ces paramètres qui affecte ces zones aura un impact direct sur la structure des peuplements de ces espèces. Il en résulte une tendance vers les moyennes et hautes altitudes par rapport aux basses altitudes où les conditions sont favorables.

4.3. Analyse de la régénération naturelle de la sapinière marocaine

Ce travail est un essai d'analyse de la régénération naturelle dans le cadre d'évaluation de l'impact du changement climatique sur la sapinière marocaine. Cette analyse considère différents facteurs environnementaux pour expliquer la distribution et l'abondance de différentes classes d'âge du sapin au long du gradient altitudinal de Jbel Lakraâ.

Les impacts du changement climatique sur la forêt du Sapin sont déjà perceptibles et les prévisions nous montrent, la complexité des phénomènes en jeu. Ces changements affectent les processus démographiques de l'espèce, modifiant ainsi les facteurs d'évolution de la structure de peuplement du Sapin.

La distribution des abondances des classes d'âge montre une ségrégation altitudinale, avec une plus grande abondance des juvéniles à haute altitudes par rapport aux adultes. Cela suggère que les semis et les jeunes individus de sapin trouvent des conditions environnementales optimales pour s'installer au niveau des altitudes élevées. Ces résultats montrent que la température constitue le facteur dominant, exerce un effet significatif sur la distribution altitudinale de sapin. Elle compromet sa capacité de régénération ou provoque leur dépérissement. Les arbres adultes sont négativement

impactés par l'élévation des températures maximales estivales à l'opposé des juvéniles qui sont très significativement favorisés par l'augmentation de la température estivales. Rappelons que les précipitations ne montrent pas une corrélation significative avec l'altitude. Ainsi, les conditions de régénération naturelle sont défavorables à basse altitude et entraînent un déplacement progressif de la limite inférieure vers le haut. La tendance actuelle mène au rétrécissement et à la contraction de l'amplitude altitudinale de la sapinière car le déplacement de la limite inférieure vers le haut n'est pas compensable par une remontée de la limite supérieure.

4.4. Principaux impacts observés dans les deux aires protégées

Les influences humaines sur les écosystèmes naturels sont très diverses. En effet les superficies en terres cultivées, surtout pour le cannabis, sont en constante augmentation. L'expansion considérable de cette culture, au sein du PNTLS et du PPNB, implique une incroyable surexploitation de l'eau, ainsi qu'un usage abusif d'engrais et de pesticides. Par ailleurs, la destruction des berges des cours d'eau par la coupe des bois comme source d'énergie favorise l'érosion des terres adjacentes. Les prélèvements d'eau pour des fins de maraichage, l'élevage et le piétinement par les animaux domestiques, peuvent causer des graves problèmes sur ces habitats indigènes (Fig. 1 ; 2 ; 3 ; 4).

Les incendies constituent l'une des risques les plus dangereux qui conditionne toute activité dans l'espace protégé. Toutefois, les pertes de biodiversité dues à la surexploitation, à la détérioration, à la fragmentation ou aux perturbations de l'habitat naturel ont été considérées avec une importante inquiétude (Fig. 5 ; 6 ; 7 ; 8).

La dégradation des écosystèmes forestiers est engendrée par l'accroissement de la pression sur les ressources naturelles et par l'augmentation des besoins en produits forestiers en lien avec une croissance démographique galopante.



Figure 1 : Culture du Cannabis à Zaouia



Figure 2 : Endiguement des berges près de Douar Toukale



Figure 3 : Pompage et captage d'eau à Igouraine



Figure 4 : Pâturage à Asemliil



Figure 5 : Incendie à Taghbalout



Figure 6 : Paysage fragmenté à Afeska



Figure 7 : Pont à Madissouka



Figure 8 : Pont à côté de la tourbière d'Asemliil

Conclusions

Les cours d'eau de PNTLS et PPNB sont considérés comme des réservoirs d'une importante diversité biologique, et donc abritant un nombre significatif d'insectes aquatiques. De plus, la diversité des écosystèmes terrestres en fait la zone la plus riche en insectes terrestres et en flore. Cette étude révèle que ces deux parcs sont caractérisés par des communautés d'insectes aquatiques et terrestres très riches et diversifiées ayant une dynamique spatiale spécifique.

Les impacts des changements climatiques sur les cours d'eau rifains, qui sont représentés en amplitude des périodes de la sécheresse et des inondations et aussi l'augmentation de la température des eaux, ont influencé la structure des communautés des invertébrés aquatiques à travers le changement de la richesse spécifique de ces organismes. Cette dernière présente une augmentation dans certaines stations mais surtout une réduction remarquable dans la majorité des stations étudiées. D'autre part, l'analyse de la dynamique chez les Diptères a montré un changement très important dans la composition faunistique et une diminution considérable de la richesse spécifique.

L'analyse de la régénération naturelle du sapin du Maroc indique que les conditions de régénération sont défavorables à basse altitude et entraînent un déplacement progressif de la limite inférieure vers le haut. Donc, Les juvéniles tendent à devenir plus abondants à altitudes élevées. La tendance actuelle mène au rétrécissement et à la contraction de l'amplitude altitudinale de la sapinière vu que le déplacement de la limite inférieure vers le haut n'est pas compensable par une remontée de la limite supérieure.

En somme, les modalités de résilience des milieux naturels face aux changements climatiques dépendent étroitement de la préservation de la diversité spécifique et de la diversité fonctionnelle de la totalité des taxons faunistiques au même titre que les essences floristiques. D'où la nécessité de préserver leurs habitats emblématiques tenant compte de la grande vulnérabilité de ces entités fragiles aux différents éléments de stress abiotique signalés.

Recommandations

La conservation des écosystèmes naturels et la restauration des écosystèmes dégradés peuvent contribuer à l'atténuation des changements climatiques en raison de leur rôle dans le cycle global du carbone et de leurs stocks de carbone non négligeables. Une gestion adéquate et durable de la biodiversité peut donc contribuer à l'atténuation des changements climatiques et leurs éventuelles implications notamment.

Les approches d'adaptation aux changements climatiques fondées sur les écosystèmes ont recours à la gestion durable, la conservation et la restauration des écosystèmes afin de fournir des services qui aident les gens à s'adapter aux conséquences négatives des changements climatiques. Etant donné que ces écosystèmes jouent un rôle crucial dans la protection des infrastructures et l'amélioration de la sécurité humaine, en particulier contre les impacts négatifs des événements climatiques extrêmes (ex : sécheresse, inondations). Les activités d'adaptation fondées sur les écosystèmes peuvent contribuer à la conservation et à l'utilisation durable de la diversité biologique et créer de nombreux avantages mutuels sociaux, économiques et culturels pour les communautés locales. Elles ont aussi l'avantage de pouvoir être utilisées à l'échelle régionale, nationale comme locale.

Quelques solutions et recommandations

- ❖ Le renforcement des réseaux d'aires protégées en augmentant leur couverture, leur qualité et leur degré de connectivité ; création de corridors et de réseaux écologiques et amélioration de la qualité biologique des zones matricielles.
- ❖ L'intégration de la biodiversité dans une gestion plus large des espaces naturels
- ❖ La restauration des écosystèmes dégradés et des fonctions des écosystèmes
- ❖ La promotion de l'approche par écosystème (gestion adaptative et renforcement des systèmes de suivi et d'évaluation: Biomonitoring) ;
- ❖ La sensibilisation et le renforcement des capacités.
- ❖ Notre travail est un premier pas sur un long chemin pour étudier ces espèces pour afin de les protéger. Pour cela, nous devons soutenir et Renforcer les programmes de recherche sur l'écologie et l'impact de la

dégradation des écosystèmes due aux activités anthropiques et au changement climatique sur ces insectes.

- ❖ Mener des campagnes de sensibilisation sur l'importance de protéger les écosystèmes aquatiques et terrestres et leur importance écologique et économique. L'éducation à l'environnement a devenu un outil très efficace dans le but d'informer la population locale notamment les jeunes qui sont l'avenir de la région en plein respect de la nature, afin de mieux gérer et protéger la nature.
- ❖ Pour réussir un projet de gestion et de protection de la nature, il faut intégrer l'homme qui demeure le fondement de toute restauration future et bien évidemment de toute tentative de réconciliation possible avec les écosystèmes susmentionnés.

Les approches d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques fondées sur les écosystèmes sont donc maintenant reconnues incontestablement étant une option comportant plusieurs avantages mutuels pour relever deux des plus grands défis auxquels fait face notre planète : la perte sans précédent de la diversité biologique et les changements climatiques. Il suffit alors d'offrir les meilleurs outils possibles afin de faciliter leur mise en œuvre, de les intégrer dans les stratégies et plans nationaux en matière d'entretenir un développement durable et de mobiliser les ressources financières destinées à ces fins.

Références bibliographiques

B

Benamar, L., Bennis, N., Millán, A. 2011. Les coléoptères aquatiques du parc national de Talassemtane (Nord-Ouest du Maroc). Biodiversité, degré de vulnérabilité et état de conservation. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) ; **49** : 231–242.

Bennis, N., Abellán, P., Millán, A. 2005. Ecosystèmes aquatiques à intérêt particulier de conservation dans le Rif (Nord du Maroc) : Résultats préliminaires. Proceedings of the 2 International Congress WATMED Marrakech, 1-11.

Bennis, N., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Millán, A. 2009. Analyse de la vulnérabilité des coléoptères aquatiques dans la rive sud méditerranéenne : cas du Rif Marocain. Annales- Societe Entomologique de France. (n.s.); **45** (3): 309-320.

Burgmer T., Hillebrand H., Pfenniger M. (2007) - Effects of climate-driven temperature changes on the diversity of freshwater macroinvertebrates. *Oecologia* (2007) **151** : 93–103.

D

Durance I. & Ormerod S. J. (2007) - Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period. *Global Change Biology, volume 3, issue 5, pp. 942 - 957.*

F

Fahrig L. (2003) - Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Rev Ecol Syst* **34** : 487–515.

Forge, P. 1981. Coléoptères. In : Durand, J.R. & Lévêque, C., (Ed) Faune et Flore de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. Tome 2. ORSTOM (Initiations Documentations Techniques), Paris ; **45** : 487-516.

L

Lambkin, C.L., Boulter, S.L., Starick, T., Cantrell, B.K., Bickel, D.J., Wright, S.G., Power, N., Schutze, M.K., Turco, F., Nakamura, A. & Burwell, C.J. (2011) Altitudinal and seasonal variation in the family-level assemblages of flies (Diptera) in an Australian subtropical rainforest: one hundred thousand and counting. *Memoirs of the Queensland Museum. Nature*, **55** (2): 315-331.

R

Riedy C. (2016) - Climate change. *Blackwell Encyclopedia of Sociology*, 15p

Rosenberg D.A., David M., Resh, Vincent H. (1993) - Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. *Springer US, Edition 1*, 488p.

S

Slimani, M., Bennis N., El Haissoufi, M., L'Mohdi, O., Khadri, O., El Bazi, R., El Alami, M. 2016. Contribution à l'étude de la biodiversité aquatique des aires protégées du Maroc. Les macroinvertébrés aquatiques du projet du parc naturel de Bouhachem (Nord-Ouest du Maroc) I: Coleoptera, Hemiptera et Odonata. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*; **58**: 168–180.

V

Vannote R.L. & Sweeney B.W. (1980) - Geographic analysis of thermal equilibria – a conceptual-model for evaluating the effect of natural and modified thermal regimes on aquatic insect communities. *American Naturalist*, **115** : 667– 695.



Projet « Mobilisation des jeunes et de la société civile pour la résilience aux changements climatiques dans les parcs de Talassemthane et Bouhachem »,

Programme « Mocharaka Mouwatina »

Financé par l'Union Européenne, mis en oeuvre par l'UNOPS,
et exécuté par ATED

