



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 Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Ecologie et Environnement

قسم : علم البيئة و المحيط

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques / Biotechnologies / Écologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Cartographie de la diversité malacologique du canton de Sidi Slimane (Forêt de Chetaba)

Présenté par : ZERROUKI Ayyoub

Le : 12/06/2024

MAHRI Hammam

Jury d'évaluation :

Président : SAHLI Leila (Prof. - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : EL HADEF EL OKK Mohamed (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examineur(s): CHERITI Oumnya (MAB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Année universitaire
2023 - 2024

Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

*Ainsi mes sincères remerciements sont exprimés à mon encadrant **Dr El Hadeb El Okki M.**, pour avoir accepté de diriger et de suivre ce travail ; pour ses précieux conseils qu'il a prodigué tout au long de mon travail, pour sa patience et sa bienveillance.*

Je veux également exprimer ma joie quand j'ai appris que mon travail va être évalué par ces illustres membres du jury ;

Prof. Sahli L. (Présidente) et **Dr. Cheriti O.** (Examineur)

Pour la richesse et la qualité de leurs enseignements et les grands efforts déployés afin d'assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Je n'oublierai évidemment pas de remercier tous les enseignants auxquels revient le mérite de ma formation.

*Nous profitons de l'occasion pour remercier nos familles respectives et tous nos camarades de promotion de **Ecologie fondamentale et appliqué** et tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

Dédicaces

Je dédie ce mémoire A mon père et ma mère pour, leurs sacrifices, leur confiance, leur soutien et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.

A mes frères et a toute ma famille.

À L'amour de ma vie.

À mon binôme et mon ami Ayoub, la personne avec laquelle j'ai partagé ce travail. Merci pour votre contribution, votre patience ainsi que pour tout bon et mauvais moment passé ensemble, je te souhaite pleine d'autres réussites.

À mes chers amis, sans exception.

À tous mes collègues de l'université.

Hamman

Dédicaces

Au nom de dieu le tout puissant par la grâce du quel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie

A ma famille, qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis

Aujourd'hui :

Particulièrement à mon père, pour l'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.

*Et à toi ma mère pour ton encouragement et ta présence absolu à mes côtés et pour ton rôle
majeur dans mon succès.*

*A vous mes frères et ma sœur, qui m'avez toujours soutenu, je vous aime et je vous souhaite le
bonheur et la joie dans votre vie.*

Et bien sûr mon binôme et mon ami qui compte beaucoup pour moi Hammam.

*Et mes amis qui m'a soutenu le long de mon parcours et d'avoir partagé avec moi le meilleurs et
le pire de ma vie.*

Ayyoub.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Gastéropodes..... 3

1.1. Morphologie..... 3

1.2. Anatomie..... 3

1.2. Reproduction et cycle de vie..... 4

1.3. Classification des escargots terrestres..... 5

1.4. Facteurs environnementaux 6

1.4.1. Humidité..... 6

1.4.2. Température 6

1.4.3. Lumière 6

1.5. Ecologie 6

2. Généralités sur les systèmes d'information géographique (SIG)..... 7

2.1. Définitions 7

2.2. Structuration des données 7

2.2.1. Types de données 7

2.2.2. Composantes du SIG..... 9

2.3. Utilisation du SIG 9

2.3.1. Cartographie des habitats et des espèces..... 9

2.3.2. Analyse de la connectivité écologique..... 9

2.3.3. Modélisation de l'habitat 9

2.3.4. Suivi des changements environnementaux 9

2.3.5. Planification de la conservation 10

2.4. Utilisation des SIG dans l'étude de la biodiversité..... 10

2.4.1. Évaluation taxonomique..... 10

2.4.2. Richesse biologique..... 10

2.4.3. Analyse communautaire 10

2.4.4. Etude de paysage..... 10

2.4.5. Avantages et limitations 11

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude.....	12
1.1. Wilaya de Constantine	12
1.2. Massif de Chettaba.....	13
2. Zone d'étude.....	14
2.1. Précipitations	15
2.2. Géologie.....	16
2.3. Occupation du sol	16
3. Peuplement malacologique	17
3.1. Echantillonnage	17
3.2. Détermination des taxons.....	17
3.3. Détermination des paramètres écologiques	17
3.3.2. Abondance relative (AR)	18
3.3.3. Densité (Ds).....	18
3.3.4. Fréquence d'occurrence (F)	18
3.4. Indices écologiques.....	19
3.4.1. Indice de Shannon-Weaver (H')	19
3.4.2. Indice d'équitabilité de Piélou (J)	19
3.4.3. Indice de Simpson	20
3.4.4. Indice alpha de Fisher	20
4. Cartographie du peuplement.....	20
4.1. Présentation du logiciel.....	21
4.2. Base de données.....	21
4.3. Préparation du support cartographique	21
4.4. Interpolation.....	23

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1. Résultats	24
1.1. Détermination des taxons.....	24
1.2. Distribution des taxons	25
1.2.1. Abondance.....	25
1.2.2. Abondance spécifique	26
1.2.3. Abondance relative.....	27
1.2.4. Fréquence d'occurrence	28
1.2.5. Distribution spatiale	28

1.2.6. Densité	30
1.3. Indices écologiques	31
1.3.1. Diversité spécifique (S)	31
1.3.2. Indice de Shannon (H')	32
1.3.3. Indice de Piélou	33
1.3.4. Indice de Simpson (D)	34
1.3.5. Indice de diversité alpha de Fisher (α)	35
2. Discussion	36
Conclusion	38
Références bibliographiques.....	40

Liste des figures

Figure 1 : Exemples de gastéropodes.	3
Figure 2 : Anatomie d'un escargot (famille des hélicidés).	4
Figure 3 : Cycle de vie d'un escargot (Pathak et al., 2023).	5
Figure 4 : Types de données dans un SIG (Kouba, 2018).	7
Figure 5 : Couches d'informations spatialisées au sein d'un SIG (Sigles, 2018).	8
Figure 6 : Situation géographique de la wilaya de Constantine et de la zone d'étude.	12
Figure 7 : Localisation du massif de Chettaba.	13
Figure 8 : Les cinq cantons de la forêt de Chettaba.	14
Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude.	15
Figure 10 : Distribution des précipitations dans le canton de Sidi Slimane.	15
Figure 11 : Géologie du canton Sidi Slimane.	16
Figure 12 : Occupation du sol du canton Sidi Slimane.	16
Figure 13 : Etapes de géolocalisation des points d'échantillonnages.	23
Figure 14 : Exemple d'interpolation par l'outil « Spline » (Senapathi et Paramasivam, 2019).	24
Figure 15 : Taxons malacologiques terrestres récoltés dans le canton de Sidi Slimane.	24
Figure 18 : Prédiction de l'abondance du peuplement malacologique dans le canton de Sidi Slimane.	26
Figure 19 : Variation de l'abondance des taxons malacologiques.	27
Figure 18 : Variation de l'abondance relative des taxons malacologiques.	27
Figure 19 : Prédiction de la distribution spatiale des taxons dans le canton de Sidi Slimane.	29
Figure 20 : Prédiction de la densité du peuplement malacologique dans le canton de Sidi Slimane.	30
Figure 21 : Prédiction de la diversité spécifique dans le canton de Sidi Slimane.	32
Figure 22 : Prédiction des valeurs de l'indice de Shannon-Weaver.	33
Figure 23 : Prédiction des valeurs de l'indice de Pielou.	34
Figure 24 : : Prédiction des valeurs de l'indice de Simpson et l'inverse de Simpson.	35
Figure 25 : Prédiction des valeurs de l'indice de dominance.	35
Figure 26 : Prédiction des valeurs de l'indices de diversité alpha de Fisher.	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification des gastéropodes (Parker, 1982 ; Harrison, 1992).....	5
Tableau 2 : Taxons malacologiques récoltés dans le canton de Sidi Slimane.	25
Tableau 3 : Abondance des familles malacologiques dans le canton de Sidi Slimane.	25
Tableau 4 : Fréquences d'occurrence des taxons malacologiques du canton de Sidi Slimane.	28
Tableau 5 : Eléments statistiques des indices écologiques du peuplement malacologique du canton de Sidi Slimane.	31

INTRODUCTION

Introduction

Les mollusques, du latin «molluscan», un nom qui est en rapport avec leur corps, ce sont des animaux métazoaires. Ils forment un embranchement dont les représentants mènent une vie libre en milieu marin (Seiche, Aplysie), en eau douce (Limnée) ou en milieu terrestre (Escargot, Limace) (Heusser et Dupuy, 2008). Leur corps est mou, non segmenté, comprend trois parties fondamentales : une tête, un pied et une masse viscérale (Maissiat et al. 2011).

Les mollusques sont divisés en 6 classes. Le groupe le plus nombreux et le plus connu de ces mollusques est celui des gastéropodes. Cette classe renferme les 3/4 des mollusques vivants soit plus de 35 000 espèces (Audibert et Bertrand 2015). Ce sont des animaux univalves asymétriques, et peuvent être répartis en trois ordres : les Prosobranches, les Opisthobranches et les Pulmonés (Damerdji, 1990). Malgré leur grande biodiversité, leurs valeurs évolutives, géologiques, écologiques et économiques, les gastéropodes terrestres sont assez mal connus, tant d'un point de vue de la biologie que de la répartition des espèces et la plupart des données sont issue d'études anciennes (Karas, 2009).

Les études qui se sont intéressées à l'écologie de la malacofaune en Algérie ne sont pas nombreuses. Parmi elles nous citons celle de la zone sud de la région de Tlemcen (Damerdji, 2008 ; 1990), de Bejaia (Benbellil-Tafoughalt et Koene, 2015), de Tizi Ouzou (Ramdini, 2021 ; Amrane et Yahiatene, 2023), d'Alger et de Boumerdes (Ramdini et al., 2021). Dans la région de Constantine, quelques études récentes, telles que Belhiouani et al. (2019) et Cheriti et al. (2021) Djelmami et Djeghloud (2022) et Mefroum (2023), ont essayé de déterminer la diversité spécifique du peuplement des gastéropodes terrestres.

La connaissance de la distribution spatiale de ces espèces est essentielle pour la gestion des milieux naturels. Cette modélisation « prédictive » de la répartition spatiale des espèces est devenue un outil de plus en plus utilisé pour traiter diverses questions de l'écologie. Toutefois, les données recueillies se caractérisent souvent par une structure et une autocorrélation spatiale. En effet, cette propriété des variables écologiques peut être observée le long d'une série chronologique (autocorrélation temporelle) ou à travers l'espace géographique (autocorrélation spatiale) (Legendre, 1993).

Contrairement à ces dernières, la géostatistique offre des outils puissants pour décrire les caractéristiques spatiales des phénomènes naturels (Isaaks & Srivastava, 1989). Définie comme l'application de la théorie des variables régionalisées à l'étude de données spatiales (Journel, 1986), elle fournit un ensemble de méthodes probabilistes pour analyser et traiter spatialement et temporellement les phénomènes présentant une structuration dans l'espace et/ou le temps (Saito et al., 2005). Elle a fait ses preuves dans différents domaines d'application, y compris en sciences de l'environnement, notamment pour la prédiction et la cartographie de la distribution spatiale des espèces, pour la modélisation des habitats ainsi que pour l'étude du déclin des espèces (Bernard-Michel, 2006).

Par ailleurs, le développement parallèle des technologies de géolocalisation et des systèmes d'information géographique (SIG) a favorisé le recours aux méthodes géostatistiques notamment pour la cartographie de la biodiversité (Scott et al., 1993). L'interpolation en géostatistique est réalisée par plusieurs techniques, qui permettent de prédire les valeurs aux points non échantillonnés en tenant compte de la corrélation spatiale entre les points échantillonnés au voisinage, tout en minimisant la variance des erreurs d'estimation (Saito et al., 2005). Ces techniques sont devenues des outils précieux dans la cartographie des modes de distribution et de la diversité des espèces (Hernandez-Stefanoni et Ponce-Hernandez, 2006). Cette dernière fournit une mesure fondamentale des communautés pour l'évaluation quantitative de la biodiversité (Dorazio et al., 2006).

Il n'existe cependant aucun travail antérieur d'application de la géostatistique à l'étude des populations malacologiques en Algérie. Le présent travail illustre donc la première application par l'utilisation de l'interpolation dans la prédiction de la diversité malacologique dans le canton de Sidi Slimane au niveau du massif de Chettaba dans la wilaya de Constantine.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1. Gastéropodes

Les gastéropodes, tout membre de plus de 35 000 espèces animales appartenant à la classe Gastropoda, représentent le plus grand groupe du phylum Mollusca et le deuxième groupe le plus grand dans le phylum animal après les arthropodes et le plus menacé d'extinction (Audibert et Bertrand 2015). La classe est composée des escargots, qui ont une coquille dans laquelle l'animal peut généralement se retirer, et des limaces, qui sont les escargots dont les coquilles ont été réduites à un fragment interne ou complètement perdues au cours de l'évolution (fig. 1).



Figure 1 : Exemples de gastéropodes.

à gauche, un escargot : *Helix pomatia* ; à droite, une limace : *Arion ater*

1.1. Morphologie

Les gastéropodes possèdent une seule coquille, souvent enroulée, qui est perdue dans certains groupes de limaces (fig. 1). Ils ont une tête bien développée, qui porte 2 paires de tentacules rétractiles, 2 courts (paire de tentacules céphaliques) et 2 longs (se renfermant par un œil simple). Le pied, qui est musculeux, large et aplati, sert d'organe de propulsion, l'animal glissant sur un tapis de mucus (David, 1994). La coquille est généralement enroulée, généralement de manière dextre, autour d'une columelle centrale à laquelle est attaché un gros muscle écarteur. Le bord du manteau chez certains taxons est étendu en avant pour former un siphon inhalant, parfois associé à un allongement de l'ouverture de la coquille (Bioparc, 2023).

1.2. Anatomie

Les gastéropodes sont l'un des clades d'organismes asymétriques les plus réussis connus. Les escargots sont hermaphrodites. Leur corps est recouvert de mucus, ce qui permet le maintien d'une hydratation de la peau et limite les pertes d'eau. Les systèmes nerveux et

circulatoire sont bien développés, les ganglions nerveux étant un thème évolutif courant (fig. 2) La cavité pulmonaire, vascularisée, est l'organe respiratoire, et comporte une ouverture sur le côté droit du corps. La masse viscérale est souvent enfermée dans une coquille (David, 1994).

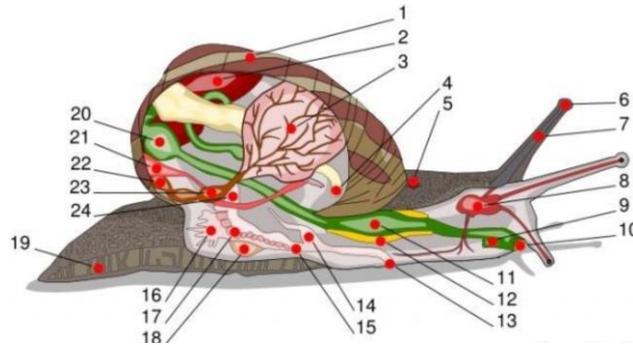


Figure 2 : Anatomie d'un escargot (famille des hélicidés).

1. coquille, 2. foie, 3. poumon, 4. anus, 5. pore respiratoire, 6. œil, 7. tentacule, 8. cerveau,
9. conduit salivaire, 10. bouche, 11. panse, 14. pénis, 15. vagin, 16. glande muqueuse, 17. ovaire,
18. sac de dards, 19. pied, 20. estomac, 21. rein, 22. manteau, 23. cœur, 24. canal déférent

1.2. Reproduction et cycle de vie

Les escargots sont hermaphrodites. Ils ont à la fois les organes mâles et femelles mais doivent se reproduire à deux pour avoir une descendance (Bioparc, 2023). Le cycle de vie des escargots est très différent selon les espèces. Globalement, après s'être reproduits, ils débutent leur cycle de vie en pondant les œufs individuellement ou en les regroupant en pontes gélatineuses (Tachet et al., 2000). Souvent, les œufs sont recouverts d'une enveloppe externe. L'incubation se déroule dans la cavité palléale, où l'œuf se divise et donne naissance à un embryon qui devient une larve nageuse. Le tube digestif, l'appareil circulatoire et le système nerveux se développent de manière systématique, puis il y a une torsion des viscères suivie d'un enroulement en spirale. La coquille larvaire se calcifie. Le pied se développe et forme enfin un Gastéropode (Lozet et Arrecros, 1977).

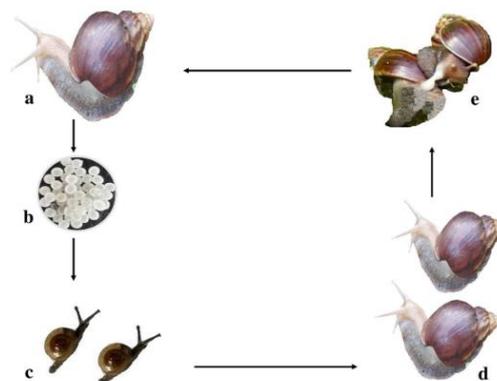


Figure 3 : Cycle de vie d'un escargot (Pathak et al., 2023).

a. un escargot adulte fécondé, b. œufs d'escargots en grappes, c. juvénile, d. adulte, e. accouplement

1.3. Classification des escargots terrestres

Les escargots terrestres sont divisés en deux grands groupes, les groupe informel Pulmonata et le super-ordre Caenogastropoda qui comprend la plupart des espèces de prosobranches (Pechenik 2005). Le groupe informel Pulmonata comprends trois principaux types qui vivent dans différents habitats : Basommatophora, Stylommatophora et Systellommatophora (Bouchet et al. 2005).

Le tableau 1 présente une classification des escargots terrestres en utilisant les concepts de Parker (1982) et Harrison (1992).

Tableau 1 : Classification des gastéropodes (Parker, 1982 ; Harrison, 1992).

Classe	Sous classe	Super Ordre	Description
Gastropoda			Cavité du manteau transformée en sac pulmonaire; pas de branchies ni d'opercule; 1 oreillette du cœur antérieure au ventricule; hermaphrodite; coquille en spirale ressemblant à une patelle, souvent réduite à un fragment caché par le manteau; principalement terrestre ou d'eau douce, peu marine; environ 28 000 espèces.
	Pulmonata	Basommatophora	Cavité du manteau présente ; yeux à la base d'une paire de tentacules ; gonopore mâle et femelle séparés, généralement du côté droit du corps ; coquille conique à patelliforme Principalement d'eau douce mais quelques taxons terrestres et marins Environ 1 000 espèces.
		Systellommatophora	Cavité du manteau absente ; ouverture anale et généralement néphridienne à l'arrière ; gonopore mâle derrière le tentacule droit ; gonopore femelle au milieu du côté droit ; plante du pied étroite ; pas de coquille ; 2 paires de tentacules rétractiles Marins (Onchidiidae), terrestres et herbivores (Veronicellidae), ou terrestres et carnivores (Rathouisiidae) Environ 200 espèces.

		Stylommatophora	Cavité du manteau sac pulmonaire ; gonopores avec ouverture commune sur le côté droit ou au plus étroitement séparés ; coquille conique à vestigiale, fortement à faiblement calcifiée ; yeux à l'extrémité des tentacules supérieurs (généralement) Terrestre Environ 26 800 espèces.
--	--	------------------------	--

1.4. Facteurs environnementaux

Selon Murphy (2001), les facteurs environnementaux, tels que l'humidité, la température et l'éclairage, sont cruciaux pour la survie et la reproduction des escargots terrestres. Si les conditions sont défavorables ces animaux entrent en dormance (Falkner et al. 2001). Leur métabolisme est alors profondément réduit. La sortie de dormance peut être rapide, en moins de 24h, si les conditions se rétablissent (Biannic 1995).

1.4.1. Humidité

L'escargot doit maintenir un équilibre constant entre l'eau dans ses tissus et humidité relative de l'environnement pour des activités optimales de croissance et de reproduction. Il est capable d'absorber ou d'excréter l'eau par les pores de sa peau. Ce comportement est déterminé par son environnement immédiat.

1.4.2. Température

C'est un facteur critique qui déterminera l'activité de l'escargot. Il préfère une température aux alentours de 20 °C, au-dessus d'une température de 30 °C, il s'arrête en sécrétant du mucus pour sceller sa coquille avec une couverture temporaire appelée opercule (estivation). Ce comportement se produit également lorsque les températures tombent en dessous de 6 °C (hibernation). A 0 °C, l'escargot cesse de fonctionner et meurt.

1.4.3. Lumière

La lumière influence le comportement des escargots en conjonction avec les saisons de l'année. En combinant avec les niveaux de température et d'humidité, elle peut avoir un effet sur le processus de reproduction.

1.5. Ecologie

Les gastéropodes sont des invertébrés cosmopolites (Kerney et Cameron, 2015). Avec leurs grandes diversités, ils occupent une grande multitude d'habitats et de climats, depuis les forêts les plus humides jusqu'aux régions les plus arides (Barker, 2001). Certaines espèces

sont adaptées à une vie d'amphibie, un phénomène observé chez de nombreuses espèces des Succinidae. D'autres, comme *Cernuella virgata*, *Xerosecta cespitum* et les Cochlicellidae préfèrent les milieux ouverts et plutôt secs. Ces espèces utilisent la végétation qui s'y trouve pour s'accrocher en attendant le retour des conditions favorables à leur activité (Barker, 2001).

2. Généralités sur les systèmes d'information géographique (SIG)

2.1. Définitions

Un SIG est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage des données localisées. C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision. Ainsi, un SIG est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées (Boukli Hacene et Rabah Fissa, 2021).

2.2. Structuration des données

2.2.1. Types de données

Selon Kouba (2018), les SIG permettent de traiter les données spatiales et associées (fig. 4).

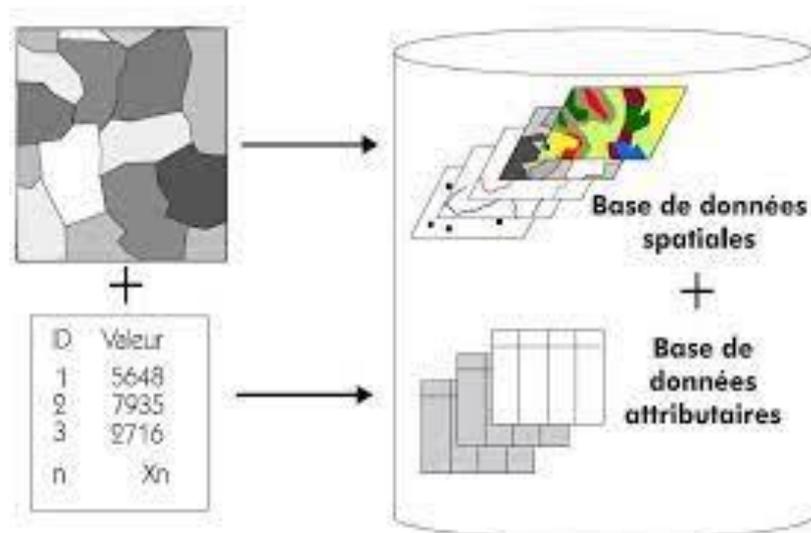


Figure 4 : Types de données dans un SIG (Kouba, 2018).

a. **Données spatiales** : Elles représentent des objets géographiques associés avec leur localisation dans le monde réel (données localisées). Les objets géographiques sont représentés sur les cartes par des points, des lignes et des polygones (Adjroud, 2022) .

Il existe deux types fondamentaux de données spatiales (fig. 5) :

- *Type vectoriel* : ce type utilise des points, des lignes et des polygones pour représenter les villes, les routes, les montagnes ou les étendues d'eau qui sont cartographiées et enregistrées dans les systèmes d'informations géographiques.
- *Type raster* : ce type utilise des cellules pour représenter les caractéristiques spatiales, par exemple les données des satellites.

Les informations font référence à des objets de trois types :

- *Point* : est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.
- *Ligne* : a une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.
- *Polygone (zone ou surface)* : est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite (Boukli Hacene et Rabah Fissa, 2021).

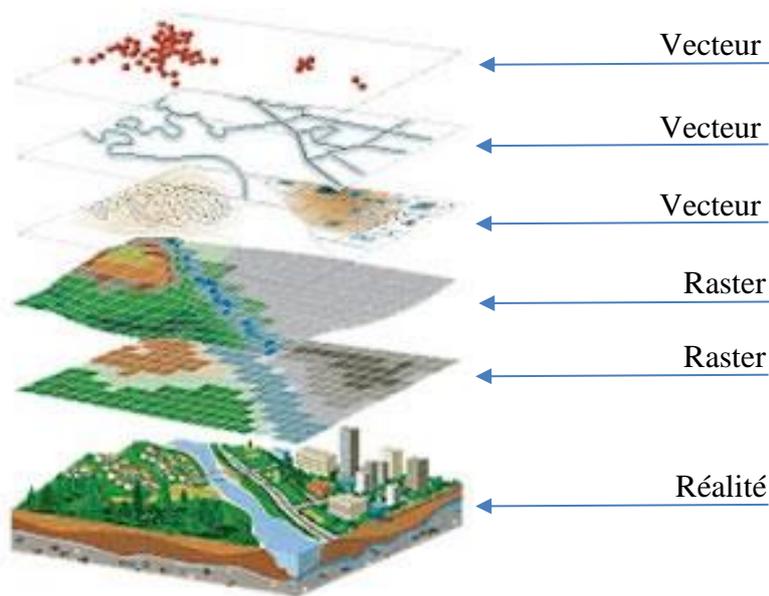


Figure 5 : Couches d'informations spatialisées au sein d'un SIG (Sigles, 2018).

b. **Données associées** : Ce sont toutes les données qui décrivent ce qui apparaît sur les cartes ou les projets SIG et ont la possibilité de les relier à la base de données spatiale. Il est défini comme des données non spatiales qui n'ont pas de dimension spatiale, qu'il

s'agisse d'informations numériques quantitatives ou qualitatives telles que des noms et des adresses. (Barkal et Mekimah, 2020).

2.2.2. Composantes du SIG

Selon Adjroud. (2022), un SIG est constitué de 5 composantes majeures

- Matériel.
- Logiciels.
- Données.
- Utilisateurs.
- Méthodes.

2.3. Utilisation du SIG

En écologie, les SIG sont des outils essentiels pour analyser, comprendre et gérer les données environnementales.

2.3.1. Cartographie des habitats et des espèces

Les SIG permettent de réaliser des cartes de végétation et des cartes écologiques basées sur les concepts de biocénose et de biotope formant un écosystème (Bioret, 2002).

2.3.2. Analyse de la connectivité écologique

La théorie des graphes est mise en avant comme une méthode prometteuse pour analyser la connectivité des habitats. Les graphes représentent les taches d'habitat, aidant à comprendre la dispersion des espèces et la qualité des habitats, élément crucial pour la biologie de la conservation (Avon et Bergès, 2014).

2.3.3. Modélisation de l'habitat

Les SIG permettent de créer des modèles prédictifs pour estimer la distribution potentielle des espèces en fonction des variables environnementales telles que le climat, l'altitude, la végétation, etc. Ces modèles aident à prédire les changements dans la répartition des espèces en réponse au changement climatique ou à d'autres pressions environnementales (Avon et Bergès, 2014).

2.3.4. Suivi des changements environnementaux

Les SIG permettent de surveiller les changements dans les paysages et les écosystèmes au fil du temps en analysant des séries chronologiques d'images satellites ou de cartes

historiques. Cela aide à évaluer les impacts des activités humaines telles que l'urbanisation, la déforestation, ou les changements dans l'utilisation des terres (Wu, 2003).

2.3.5. Planification de la conservation

Les SIG sont utilisés pour identifier les zones prioritaires pour la conservation en fonction de critères tels que la richesse en biodiversité, la rareté des habitats, ou la présence d'espèces menacées. Cela aide à orienter les décisions de gestion et à allouer efficacement les ressources pour la conservation (Jarvis et al., 2012).

2.4. Utilisation des SIG dans l'étude de la biodiversité

2.4.1. Évaluation taxonomique

L'évaluation taxonomique est une composante clé de l'utilisation des SIG dans l'étude de la biodiversité. Les SIG permettent d'intégrer des données taxonomiques pour identifier et classer les espèces présentes dans un environnement donné, facilitant ainsi la compréhension de la diversité biologique et la mise en place de mesures de conservation appropriées (Beauger et Lair, 2014).

2.4.2. Richesse biologique

La richesse biologique, qui fait référence à la diversité des espèces présentes dans un écosystème, est un aspect fondamental de l'étude de la biodiversité à travers les SIG. Ces outils permettent d'évaluer la richesse biologique en intégrant des données sur la répartition spatiale des espèces, facilitant ainsi la cartographie et l'analyse de la diversité biologique (Mwampongo, 2021).

2.4.3. Analyse communautaire

L'analyse communautaire, qui consiste à étudier les interactions entre les différentes espèces au sein d'un écosystème, est également facilitée par l'utilisation des SIG. Ces outils permettent de modéliser les relations écologiques entre les espèces, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des dynamiques des communautés biologiques (Beauger et Lair, 2014).

2.4.4. Etude de paysage

Les SIG sont également utilisés pour l'étude des paysages dans le contexte de la biodiversité. Ils permettent d'analyser la structure spatiale des habitats, d'identifier les corridors biologiques et de cartographier les zones clés pour la conservation, contribuant ainsi

à une planification efficace des aires protégées et des mesures de gestion environnementale (Rolland, 2020).

2.4.5. Avantages et limitations

Les avantages des SIG dans l'étude de la biodiversité incluent une approche intégrée pour la collecte et l'analyse des données spatiales, la facilitation de la prise de décisions basées sur des preuves et une meilleure compréhension des interactions écologiques. Cependant, les limitations des SIG peuvent inclure des contraintes liées à la qualité des données, à la complexité des modèles écologiques et à la nécessité de compétences spécialisées pour leur utilisation optimale (Belhadj et Kerfouf, 2018).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Wilaya de Constantine

La wilaya de Constantine se localise au Nord-Est du pays, aux coordonnées géographiques suivantes :

- Latitude : 36° 21' Nord ;
- Longitude : 06° 36' Est ;
- Altitude : 660 m (moyenne).

Elle traversée par un ravin profond au fond duquel coule Oued Rhumel et environnée de toutes parts par les montagnes. La wilaya de Constantine s'étend sur une superficie de 2297,20 Km². Elle est limitée, au Nord par la wilaya de Skikda, à l'Est par la wilaya de Guelma, à l'Ouest par la wilaya de Mila, et au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi (fig. 6).

Elle est soumise à un climat méditerranéen de type Csa (selon la classification de Köppen-Geiger), caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. La partie sud de la région, à savoir la région d'El Khroub se trouve à la limite entre le subhumide et le semi-aride. Au niveau de la région de Constantine, la moyenne annuelle des précipitations se situe autour de 500 à 700 mm. Le couvert végétal est composé de forêt, de maquis, de prairies naturelles, de terres labourées, de vergers et de surface nue (Farah et Hamdi, 2022).

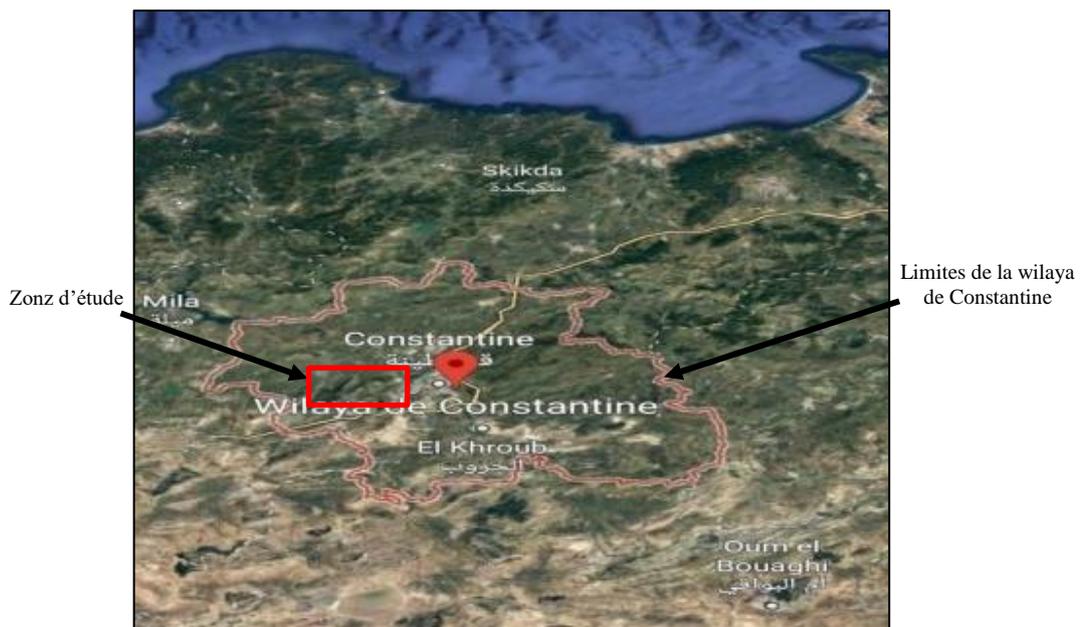


Figure 6 : Situation géographique de la wilaya de Constantine et de la zone d'étude.

1.2. Massif de Chettaba

Le massif de Chettaba (fig. 7) est une grande entité montagneuse constitué par de nombreux massifs importants, le Djebel Aougab, le Djebel Frikta et le Djebel Guarnechouf dans son extrémité SW et par le Djebel Zouaoui et le Djebel Karkara dans son extrémité NE. Ces formations suivent le développement général des reliefs de la région, *i.e.* NE-SW.

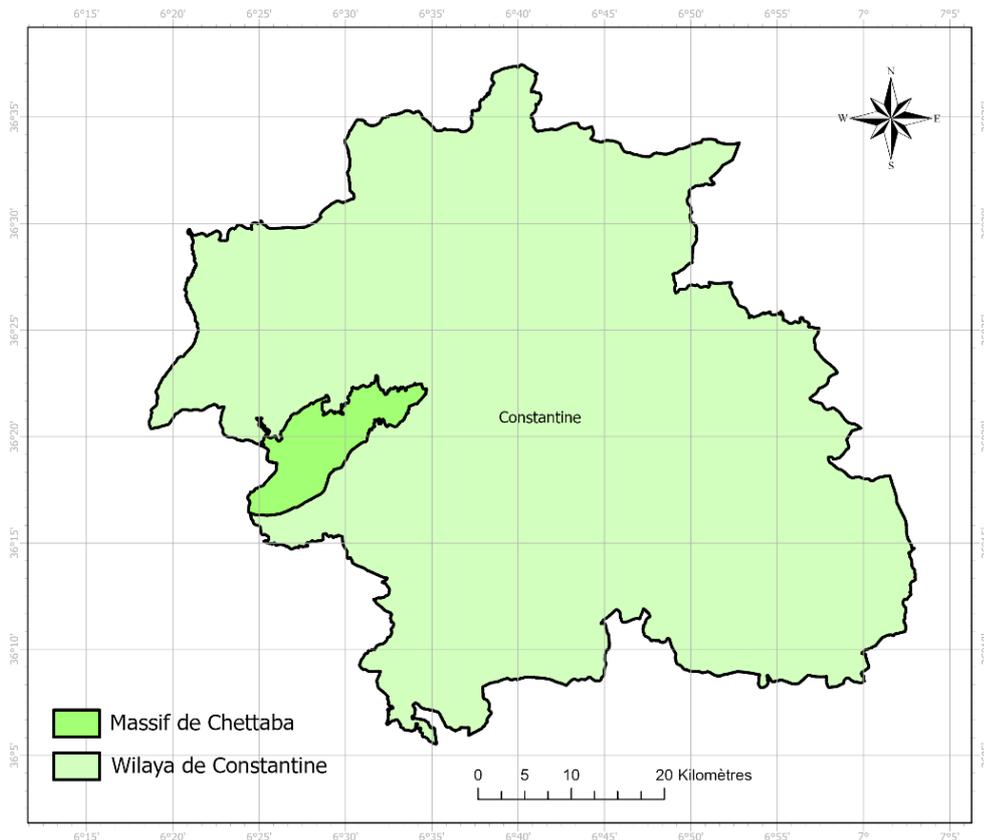


Figure 7 : Localisation du massif de Chettaba.

Ce massif est formé par des terrains allant du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur. Il s'agit d'un ensemble montagneux bien individualisé présentant une morphologie morcelée avec des vastes plaines recouvertes de dépôts plio-quadernaires.

L'altitude moyenne varie entre 500 m et 800 m et dépasse parfois les 1000 m (par exemple 1365 m pour Djebel Zouaoui). Selon Cote (1974), le massif est caractérisé par deux variantes climatiques, subhumide (au nord) et semi-aride (au sud). Les précipitations annuelles varient entre 350 à 550 mm/ans.

Quant à la forêt domaniale de Chettaba, elle reçoit en moyenne 500 à 700 mm de pluie par an. Selon Seltzer (1946), la pluviométrie, la température est en relation étroite avec

l'altitude (plus monte on altitude plus la température diminue), alors que les précipitations augmentent avec l'altitude. La forêt domaniale de Chetana abrite deux ambiances bioclimatiques à savoir le semi-aride à hiver frais avec une surface de 749,86 ha et le subhumide à hiver frais occupent une surface de 1660,13 ha (Nemdili et Khenchoul, 2021). Les essences dominantes sont le Chêne vert (*Quercus ilex*) et Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). La répartition de la végétation se fait suivant les conditions écologiques locales : altitude, topographie, substrat, bioclimat, étages. Les essences dominantes sont le Chêne vert (*Quercus ilex*) et Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). (Abed et Boukeloua, 2019).

Selon, la forêt de Chettaba est divisée en 5 cantons, à savoir : R'mail, Sidi Slimane, Saguïet Erroum, Chaabet Said et Bled Benaziz (fig. 8).

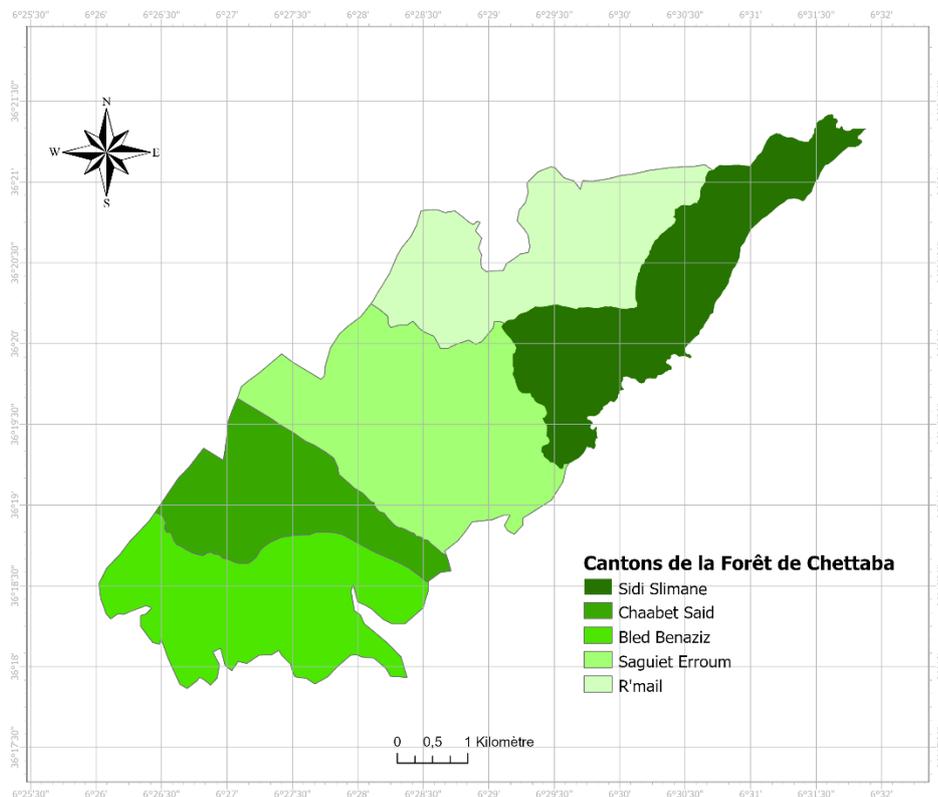


Figure 8 : Les cinq cantons de la forêt de Chettaba.

2. Zone d'étude

L'étude se déroulera au niveau de la forêt de Chettaba, plus précisément dans le canton de Sidi Slimane. Ce canton est situé au Nord-Est de la forêt de Chettaba, avec les coordonnées suivantes : 36° 19' et 36° 22' latitude Nord et 6° 29' et 6° 32' longitude Est (fig. 9).

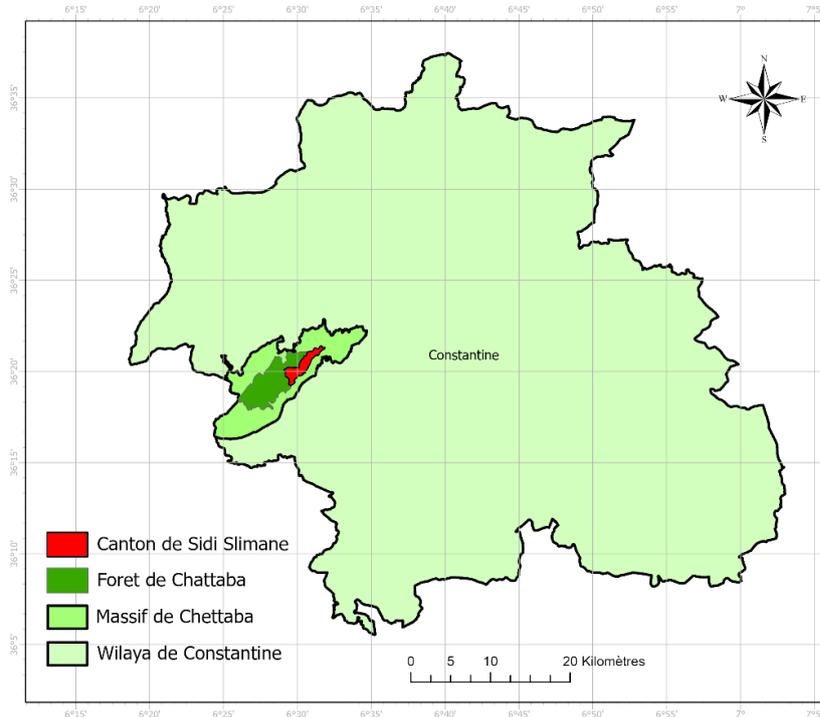


Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude.

2.1. Précipitations

Dans le canton de Sidi Slimane, les précipitations varient de 580 à 750 mm avec un gradient latitudinal S-N (fig. 10).

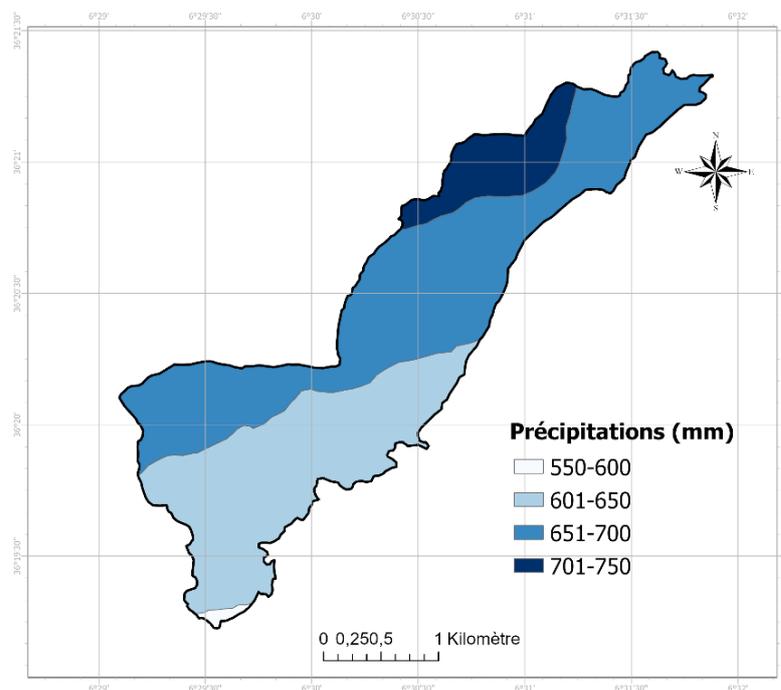


Figure 10 : Distribution des précipitations dans le canton de Sidi Slimane.

2.2. Géologie

Le canton Sidi Slimane se caractérise par une diversité géologique : Cénomaniens marneux, Cénomano-Turonien calcaire, Turonien et Néocomien.

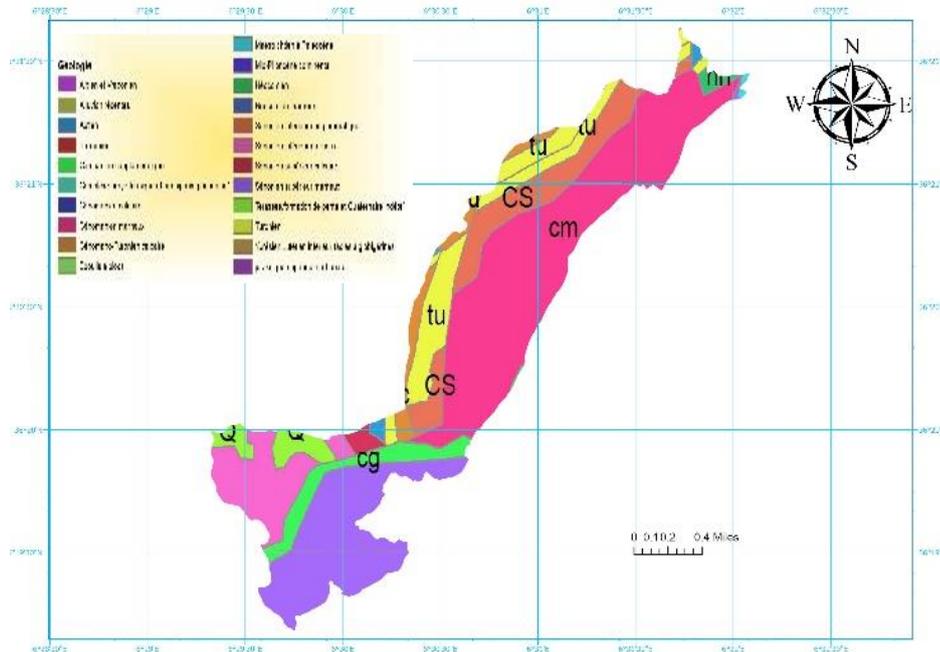


Figure 11 : Géologie du canton Sidi Slimane.

2.3. Occupation du sol

D'une manière générale, le canton de Sidi Slimane se caractérise par une abondance de forêts et de clairières, en plus de terres agricoles. Les affleurements de roches caractérisent le versant Est et Sud-Est de Djebel Karkara.

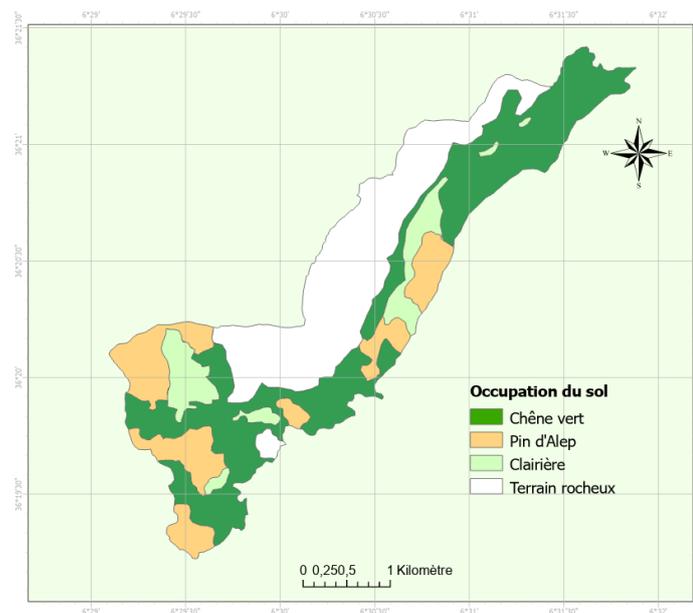


Figure 12 : Occupation du sol du canton Sidi Slimane.

3. Peuplement malacologique

Le peuplement malacologique fait référence à la communauté de mollusques vivant dans un écosystème spécifique. Dans la zone d'étude, on a procédé à l'étude de la diversité de ce peuplement et sa répartition spatiale.

3.1. Echantillonnage

L'échantillonnage des escargots terrestres a été réalisé durant le mois de mars (2023) par Mefroum Soheyb. Il consiste à collecter à la main après une chasse à vue sur une parcelle d'une surface quadratique de 7×7 m². Cette méthode consiste à observer et à collecter les individus dans leurs habitats naturels ce qui permet de collecter des espèces de grande taille. Pour les individus de petites tailles, on les recherche sous la végétation herbacée, dans la litière et dans le sol. Le prélèvement comprend les individus en vie et morts (coquille vide). Les individus récoltés ont été mis dans des sacs en plastique étiquetés et numérotés.

3.2. Détermination des taxons

Après le nettoyage des échantillons, les individus récoltés sont regroupés en fonction de leurs critères morphologiques, tels que : la taille, la forme et la couleur de la coquille, de l'ouverture de la coquille, couleur du corps, etc.

Les méthodes d'identification décrites par Bonnet et al. (1990) et Chevalier (1992) se basent sur le nombre de bandes spirales au niveau des coquilles ainsi que la couleur et la forme des coquilles. Ainsi, l'identification des spécimens pour chaque groupe a été effectué à l'œil nu pour les espèces de grande taille et sous binoculaire pour celles de petite taille, en comparant aux taxons déjà déterminés dans la région d'étude par Belhiouani *et al.* (2019), Belhiouani (2020) et Djelmami et Djeghloud (2022) et Mefroum (2023).

3.3. Détermination des paramètres écologiques

Afin d'estimer la biodiversité du peuplement malacologique du canton de Sidi Slimane, des indices écologiques sont calculés. Les mesures prennent en compte le niveau de la diversité spécifique. Elle concerne la diversité des espèces dans un écosystème donné. Il existe de multiples indices pour mesurer la diversité spécifique (Marcon, 2011).

3.3.1. Abondance

3.3.2. Abondance relative (AR)

D'après Dajoz (1971), cet indice correspond au pourcentage des individus d'une espèce par rapport au nombre total de l'ensemble des individus du peuplement considéré. Selon Frontier (1983), elle caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné. Elle est calculée par la formule suivante (Blondel, 1979) :

$$AR(\%) = \frac{N_i}{N} \times 100$$

Avec, N_i : Nombre des individus d'une espèce.

N : Nombre total des individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative, nous informe sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble d'espèces présentes, une espèce est abondante, quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieur à 2.

3.3.3. Densité (Ds)

La densité correspond au nombre d'individus récoltés par unité de surface. Elle est calculée suivant la formule :

$$Ds = \frac{N}{S}$$

Avec, N : nombre total d'individus d'une espèce récoltée dans le peuplement ;

S : surface du point de prélèvement (soit 49 m²).

3.3.4. Fréquence d'occurrence (F)

C'est le pourcentage du nombre de relevés où une espèce est présente sur le nombre total de relevés, la formule est la suivante :

$$F (\%) = \frac{P_a}{P} \times 100$$

Avec, P_a : Nombre total de prélèvement contenant l'espèce prise en considération ;

P : Nombre total des prélèvements faits.

Ont considéré qu'une espèce est :

- Accidentelle, si $F < 25\%$;
- Accessoire, si $25\% \leq F < 50\%$;
- Régulière, si $50\% \leq F < 75\%$;
- Constante, si $75\% \leq F < 100\%$;
- Omniprésente, si $F = 100\%$;

3.4. Indices écologiques

Pour calculer les indices écologiques, nous avons utilisé le package « Vegan » du logiciel « R ». Ainsi, les indices calculés sont ceux cités dans ce package.

3.4.1. Indice de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver (ou entropie) est le meilleur indice que l'on puisse adopter (Blondel et al., 1973). Il sert à l'étude quantitative de la diversité spécifique (Ramade, 1984). Selon (Dajoz, 1985), le calcul de cet indice permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné, et permet également de comparer les faunes de différents milieux, même si les nombres d'individus récoltés sont très différents. Il est exprimé en « bits » et donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Avec, i : une espèce du milieu d'étude ;

p_i : proportion d'une espèce « i » par rapport au nombre total d'espèces (S) dans la zone d'étude, qui se calcule par la formule : $p_i = N_i/N$

N_i : nombre d'individus de l'espèce « i » ;

N : effectif total des individus de toutes les espèces ;

\log_2 : logarithme népérien à base 2.

Si l'indice de diversité de Shannon-Weaver est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces d'escargots et que le milieu leur est favorable. Par contre s'il est faible, il implique que le milieu est pauvre en espèces, et donc ce milieu est défavorable.

3.4.2. Indice d'équitabilité de Piélou (J)

La régularité de la distribution des espèces est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème. L'indice d'équitabilité permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes (Dajoz, 1985). De ce fait, cet indice est défini comme le rapport des entropies correspondant aux nombres des diversités H' et H'_{max} (Legendre et Legendre, 1984) :

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Selon Ramade (1984), la valeur de cet indice varie entre 0 et 1. Lorsqu'elle tend vers 0, cela signifie que tous les individus appartiennent à la même espèce (une seule espèce

domine), donc, ils ne sont pas en équilibre entre eux. Quand elle tend vers 1, cela signifie que toutes les espèces ont la même abondance, de ce fait, les espèces capturées sont en équilibre entre elles (Dajoz, 2008). L'équitabilité prend donc en compte la diversité absolue potentielle de la communauté représentée par H' max, traduisant ainsi la capacité du système de supporter S espèces représentées avec des proportions équivalentes.

3.4.3. Indice de Simpson

C'est un moyen de mesurer la diversité des espèces dans une communauté. Noté D , cet indice est calculé comme suit :

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Où : N_i : le nombre d'organismes appartenant à l'espèce i

N : Le nombre total d'organismes La valeur de l'indice de diversité de Simpson est comprise entre 0 et 1. Plus la valeur est élevée, plus la diversité est faible.

Cette interprétation étant quelque peu contre-intuitive, nous calculons souvent l'indice de diversité de Simpson (parfois appelé indice de dominance), qui est calculé comme suit : $1 - D$. Plus la valeur de cet indice est élevée, plus la diversité des espèces est élevée. (Bobbitt, 2021)

3.4.4. Indice alpha de Fisher

L'indice α de Fisher est la pente de la relation linéaire entre le nombre d'espèces observées et le logarithme du nombre d'individus inventoriés. Cette relation correspond à une distribution d'abondance des espèces en log-séries, valide à l'échelle de la méta-communauté. Son utilisation à l'échelle locale est discutable (Marcon, 2015).

$$I(\theta) = E \left[\left(\frac{\delta}{\delta\theta} \log f(X; \theta) \right)^2 \mid \theta \right]$$

4. Cartographie du peuplement

La cartographie a pour but la conception, la préparation et la réalisation des cartes. Sa vocation est la représentation du monde sous une forme graphique et géométrique. En cela, elle répond à un besoin très ancien de l'humanité qui est de conserver la mémoire des lieux et des voies de communication ainsi que de leurs caractères utiles ou hostiles à l'activité des hommes. D'abord stricte description de la Terre connue et des itinéraires maritimes ou

terrestres parcourus par les militaires et les marchands, la cartographie s'est diversifiée avec le temps. Grâce à sa précision et à son efficacité, elle est devenue à partir du XVIIe siècle un instrument de connaissance et de puissance au service des États et un moyen de prévoir et de planifier l'action de l'homme sur le milieu. (Guy BONNEROT, Estelle DUCOM et Fernand JOLY, 2015)

4.1. Présentation du logiciel

Le logiciel utilisé est ArcGIS Pro (version 3.0.2, 2022). Il s'agit d'un logiciel complet de SIG développé par Esri Inc (Environmental Systems Research Institute, Inc.). Il permet d'explorer, visualiser et analyser des données, de créer des cartes 2D (et même des scènes 3D), et offre la possibilité de travailler sur les différentes plateformes grâce à ArcGIS Online. Le logiciel comprend de nombreuses fonctions développées grâce aux suggestions d'améliorations et aux contributions de la communauté de ses utilisateurs. Les principales parties de l'interface de ArcGIS Pro sont le ruban, les vues et les fenêtres.

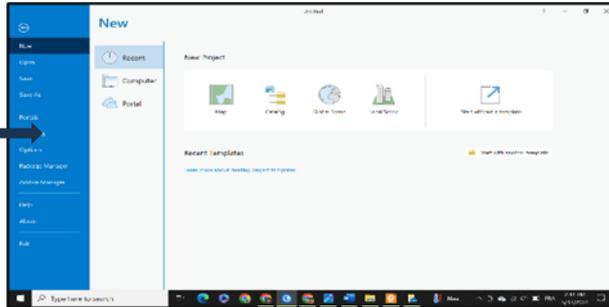
4.2. Base de données

La base de données comprend l'ensemble des données obtenues à partir de dénombrement des individus et des différents paramètres et indices écologiques calculés. Ces données sont regroupées dans un fichier Excel. Ainsi, le fichier regroupe à la fois le code du point de prélèvement, leurs coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude), l'abondance des taxons identifiés et les paramètres et indices écologiques.

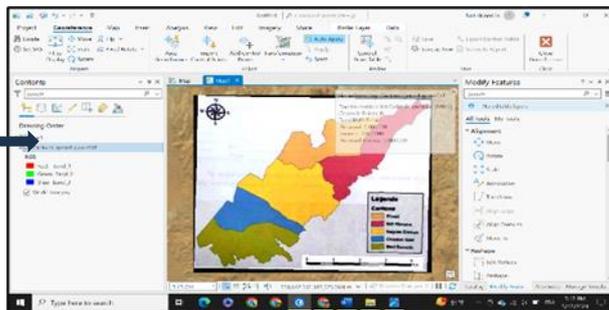
4.3. Préparation du support cartographique

La préparation du support cartographique passe par plusieurs étapes (fig. 11). La première phase consiste la création d'un nouveau projet (fichier Arcgis, extension .aprx). Le projet peut contenir des cartes, des mises en page, des scènes, et des connexions à des ressources telles que des dossiers système et des bases de données. Le projet est stocké dans son propre dossier, avec une geodatabase (répertoire de données cartographiées) et une boîte à outils associées.

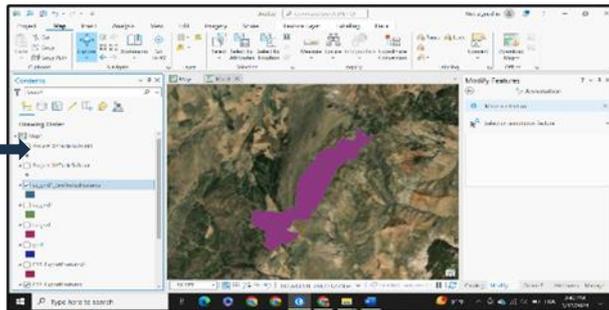
Création du projet



Georeferencing of scanned maps



creation of the shapefile of the canton of Sidi Slimane



Creation of the grid of the canton



Geolocation of 25 sampling points

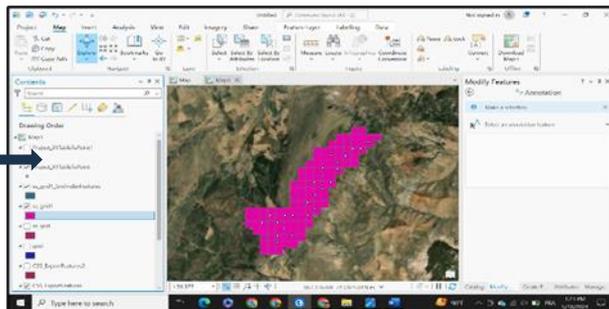


Figure 13 : Etapes de géolocalisation des points d'échantillonnages.

4.4. Interpolation

Selon Esri (2004), l'interpolation est une procédure utilisée pour prédire les valeurs des cellules à des emplacements dépourvus de points échantillonnés. Il est basé sur le principe d'autocorrélation ou de dépendance spatiale, qui mesure le degré de relation/dépendance entre des objets proches et distants. Il existe deux catégories de techniques d'interpolation : déterministe et géostatistique. La première catégorie permet de créer des surfaces basées sur des points mesurés ou des formules mathématiques (Poids à distance inversée IDW, Spline, etc.). L'autre catégorie, telle que le krigeage, est basée sur des statistiques et sont utilisées pour une modélisation de surface de prévision plus avancée.

Dans notre cas, l'outil « Spline » est utilisé pour projeter les données. Cet outil utilise une méthode d'interpolation selon laquelle les valeurs sont déterminées à l'aide d'une fonction mathématique qui réduit la courbure globale des surfaces et restitue une surface lisse passant exactement par les points en entrée. La forme de base de l'interpolation par « Spline » impose deux conditions à l'élément interpolé :

- La surface doit passer par les points de données.
- La surface doit présenter une courbure minimale.

L'algorithme utilisé pour cet outil applique la formule suivante pour l'interpolation de surface :

$$S_{(x;y)} = T_{(x;y) + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(r_j)}$$

- où : $j = 1, 2, \dots, N$;
N est le nombre de points (dans notre cas 25 points) ;
 λ_j sont les coefficients trouvés par la solution d'un système d'équations linéaires ;
 r_j est la distance du point (x,y) au j° point.

L'outil « Spline » estime les valeurs à l'aide cette fonction qui minimise la courbure globale de la surface. Il en résulte une surface lisse qui passe exactement par les points d'entrée. Cela permet de prédire les crêtes et les vallées dans les données et constitue la meilleure méthode pour représenter les surfaces variant progressivement des variables étudiées.

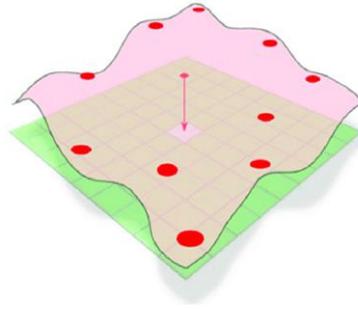


Figure 14 : Exemple d'interpolation par l'outil « Spline » (Senapathi et Paramasivam, 2019).

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Résultats

L'inventaire des gastéropodes terrestres du canton Sidi Slimane dans le massif de Chettaba s'est déroulé durant le mois de mars 2023. Le nombre total d'escargots (vivants et morts) prélevés dans l'ensemble des stations est de 2053 individus.

1.1. Détermination des taxons

La détermination des escargots prélevés a révélé la présence de 12 taxons : *Cornu aspersum*, *Cantareus apertus*, *Theba pisana*, *Eobania constantina*, *Xerosecta cespitum*, *Ceruella virgata*, *Trochoidea pyramidata*, *Rumina decollata*, *Ferussacia folliculum*, *Tudorella sulcata*, *Sphincterochila candidissima* et *S. otthiana* (figure 16).

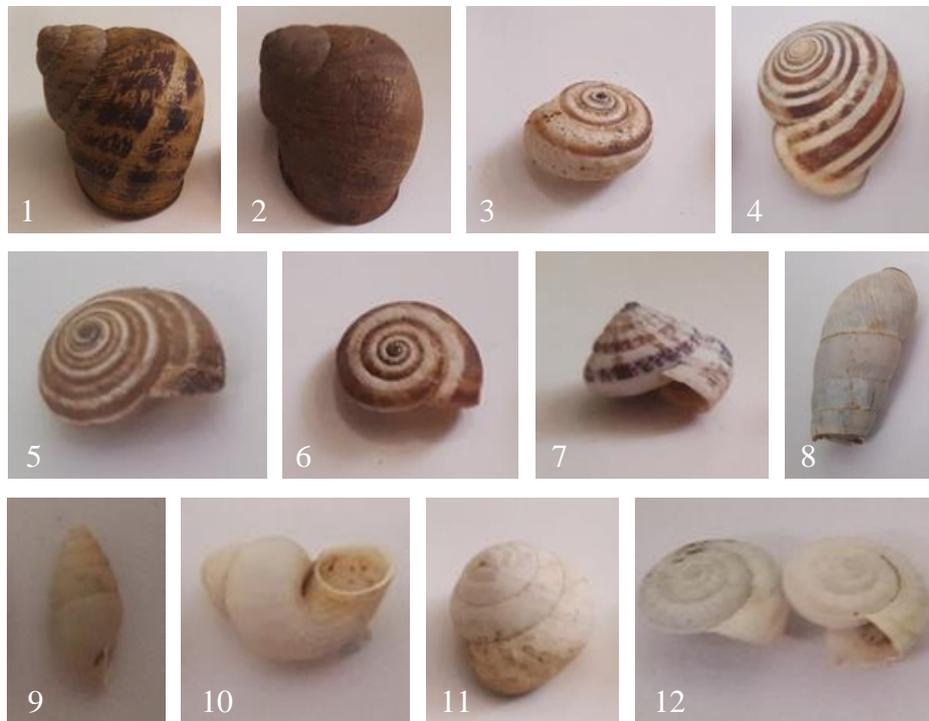


Figure 15 : Taxons malacologiques terrestres récoltés dans le canton de Sidi Slimane.

1. *Co. aspersum*, 1. *Ca. apertus*, 3. *Th. pisana*, 4. *E. constantina*, 5. *X cespitum*, 6. *Ce. virgata*, 7. *Tr. pyramidata*, 8. *R. decollata*, 9. *F. folliculum*, 10. *Tu. sulcata*, 11. *S. candidissima*, 12. *S. otthiana*

Selon le tableau 1, Ces espèces appartiennent à 11 genres, 5 familles et 2 ordres de la classe des gastéropodes. A l'exception du taxon *T. sulcata* qui appartient à l'ordre des Littorinimomorpha (Golikov et Starobogatov, 1975), toutes les autres espèces identifiées appartiennent à l'ordre des Stylommatophora (Schmidt, 1855). La famille des Helicidae est la plus représentée dans le canton Sidi Slimane (4 espèces), suivi par la famille des Hygromiidae (3 espèces), alors que les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce.

Tableau 2 : Taxons malacologiques récoltés dans le canton de Sidi Slimane.

Famille	Genre	Espèces
Helicidae (Rafinesque, 1815)	<i>Cornu</i> Born, 1778	<i>Co. aspersum</i> (O.F. Müller, 1774)
	<i>Cantareus</i> Risso, 1826	<i>Ca. apertus</i> (Born, 1778)
	<i>Theba</i> Risso, 1826	<i>Th. pisana</i> (Müller, 1774)
	<i>Eobania</i> P. Hesse, 1913	<i>E. constantina</i> (Forbes, 1838)
Hygromiidae (Tryon, 1866)	<i>Xerosecta</i> Monterosato, 1892	<i>X. cespitum</i> (Draparnaud, 1805).
	<i>Cerneuella</i> Schlüter, 1838	<i>Ce. virgata</i> (Da Costa, 1778).
	<i>Trochoidea</i> T. Brown, 1827	<i>Tr. pyramidata</i> (Draparnaud, 1805)
Achatinoidea (Swainson, 1840)	<i>Rumina</i> Risso, 1826	<i>R. decollata</i> (Linnaeus, 1758)
Ferussaciidae (Bourguignat 1883)	<i>Ferussacia</i> Risso, 1826	<i>F. folliculum</i> (Schröter, 1784)
Pomatiidae (Newton, 1891)	<i>Tudorella</i> P. Fischer, 1885	<i>Tu. sulcata</i> (Draparnaud, 1805)
Sphincterochilidae (Zilch, 1886)	<i>Sphincterochila</i> Ancey, 1887	<i>S. candidissima</i> (Draparnaud, 1801)
		<i>S. otthiana</i> (Forbes, 1838)

1.2. Distribution des taxons

1.2.1. Abondance

L'abondance moyenne enregistrée est de l'ordre de 82,12 individus par point de prélèvement. La station 2 est la plus abondante avec 158 individus par point de prélèvement alors que la station 19 est la moins abondante avec 43 individus par point de prélèvement.

Le tableau 3 donne l'abondance en fonction des familles malacologiques. Il ressort que la famille des Hygromiidae est la plus abondante dans le canton Sidi Slimane (avec 969 individus au total). Elle est représentée en moyenne par pré de 39 individus par point de prélèvement. Cependant, la famille des Ferussaciidae est la moins abondante avec 2 individus par point de prélèvement.

Tableau 3 : Abondance des familles malacologiques dans le canton de Sidi Slimane.

Famille	Abondance (ind./point)		
	Minimale	Moyenne	Maximale
Helicidae	7	20,8	47
Hygromiidae	16	38,8	82
Achatinoidea	0	7,3	19
Ferussaciidae	0	2,3	7
Pomatiidae	0	4,2	12

Sphincterochilidae	0	8,8	37
--------------------	---	-----	----

La carte de prédiction de l'abondance totale (fig. 18) nous fournit un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Dans l'opération de l'interpolation, les valeurs de l'abondance ont été réparties en classes automatiquement. Nous pouvons remarquer sur cette carte que l'abondance est assez élevée dans les zones Nord-Est du canton.

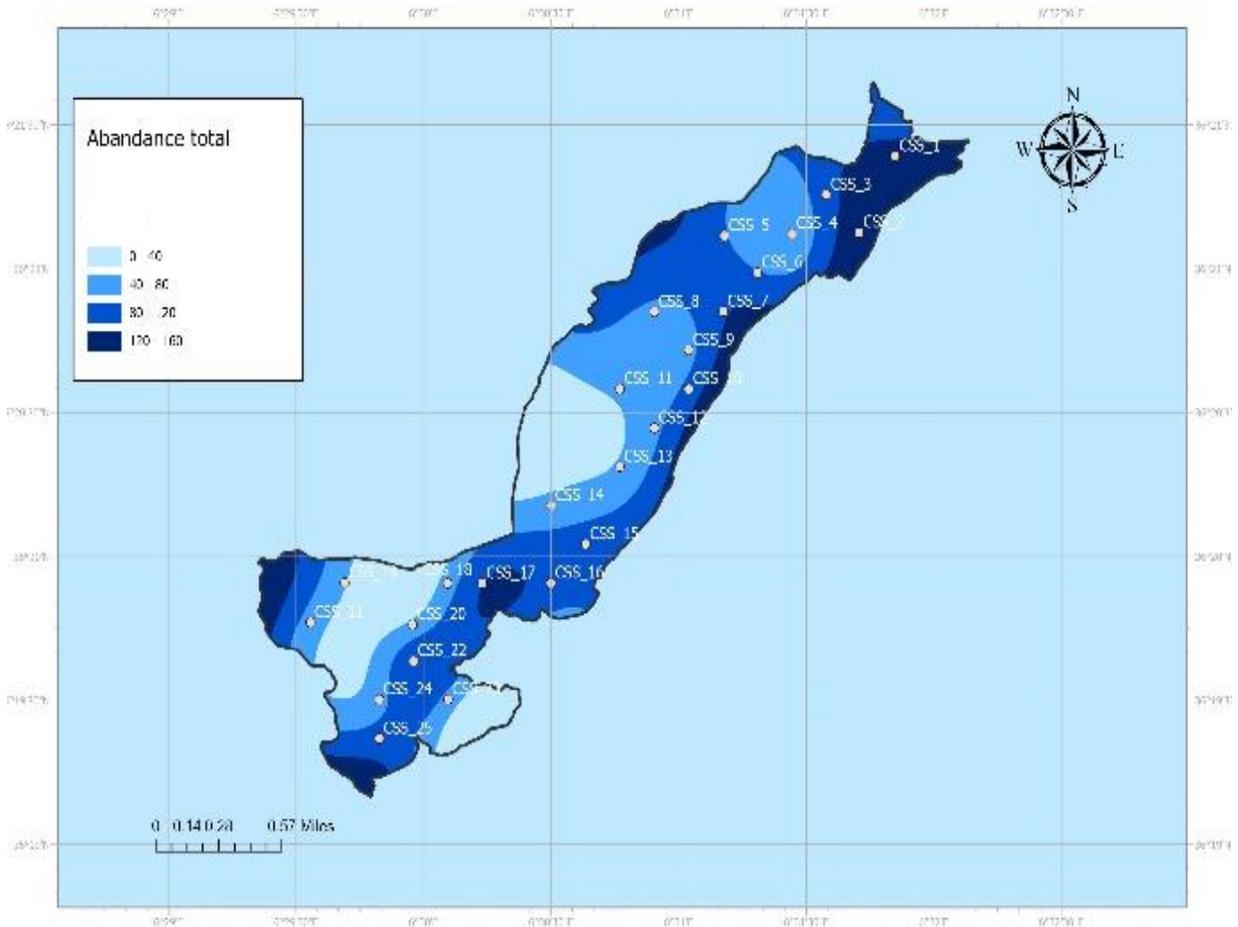


Figure 16 : Prédiction de l'abondance du peuplement malacologique dans le canton de Sidi Slimane.

1.2.2. Abondance spécifique

La figure 19 illustre l'abondance des différentes espèces recensées dans les 25 stations d'échantillonnage. Il ressort que l'espèce *X. cespitum*, est la plus abondante avec une moyenne de 21,32 individus par point de prélèvement alors que la moins abondante est *F. folliculum*, avec une moyenne de 2,28 individus par point de prélèvement.

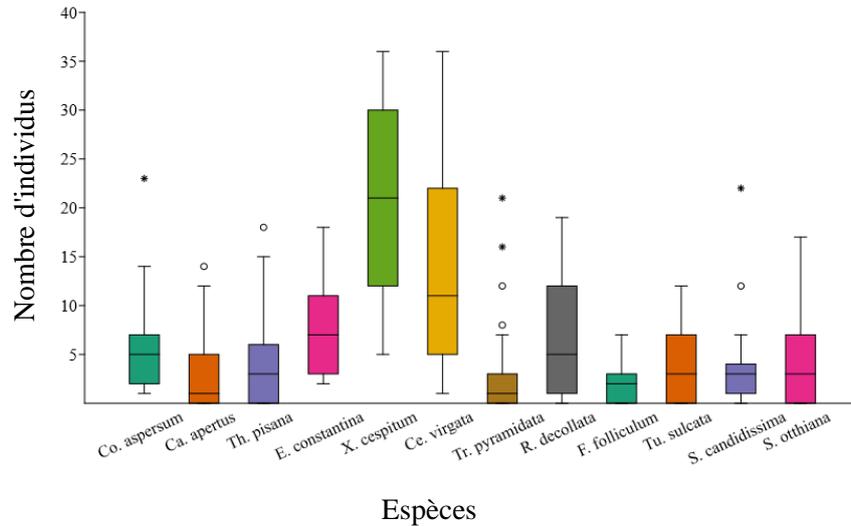


Figure 17 : Variation de l'abondance des taxons malacologiques.

Le peuplement présente la séquence d'abondance décroissante suivante :

X. cespitum > *Ce. virgata* > *E. constantina* > *R. decollata* > *Co. aspersum* > *S. otthiana* > *Tu. sulcata* > *Th. pisana* > *S. candidissima* > *Tr. pyramidata* > *Ca. apertus* > *F. folliculum*

1.2.3. Abondance relative

L'abondance relative présente l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble d'espèces présentes. Il ressort que l'abondance relative des taxons récoltés dans le canton de Sidi Slimane varie de 0 % (absence de l'espèce) jusqu'à 65,12 %. Le figure 20 montre que les abondances relatives varient d'un point à l'autre et d'une espèce à l'autre. La valeur la plus élevée (65,12 %) est enregistrée dans le point 19 pour le taxon *X. cespitum*. Cette espèce enregistre le taux d'abondance relative le plus élevé dans le canton avec une moyenne de 25,96 %, alors que *F. folliculum* enregistre le taux le plus faible (2,78 %).

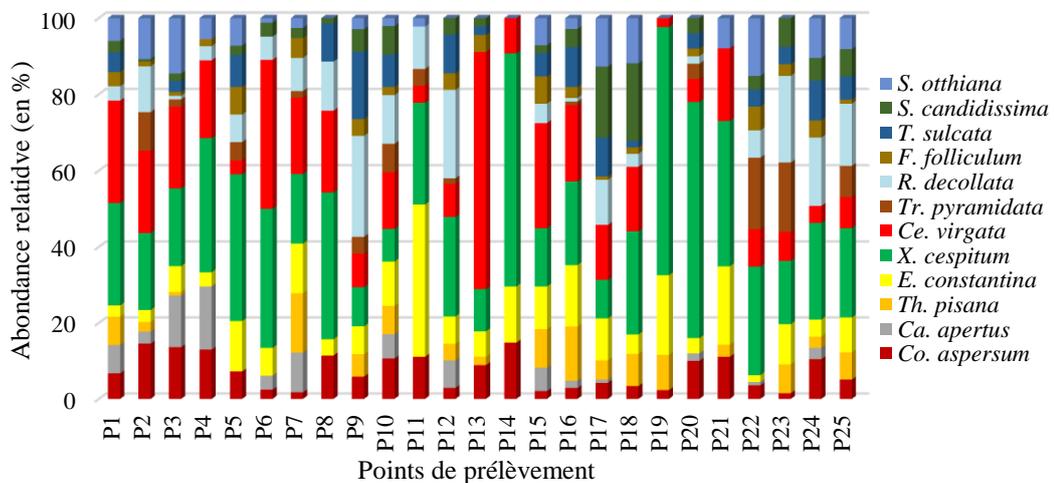


Figure 18 : Variation de l'abondance relative des taxons malacologiques.

1.2.4. Fréquence d'occurrence

Les valeurs de la fréquence d'occurrence (F) et de la classe de constance sont représentées dans le tableau 4. Les résultats montrent que les espèces collectées sont communes dans le canton de Sidi Slimane. Les taxons *Co. aspersum*, *E. constantina*, *X. cespitum* et *Ce. virgata* sont omniprésents, alors que *R. decollata*, *F. folliculum* et *S. candidissima* sont constantes. Les autres espèces sont régulièrement présentes dans les points de prélèvement.

Tableau 4 : Fréquences d'occurrence des taxons malacologiques du canton de Sidi Slimane.

Espèces	F (%)	Classe
<i>Co. aspersum</i>	100	Omniprésente
<i>Ca. apertus</i>	56	Régulière
<i>Th. pisana</i>	68	Régulière
<i>E. constantina</i>	100	Omniprésente
<i>X. cespitum</i>	100	Omniprésente
<i>Ce. virgata</i>	100	Omniprésente
<i>Tr. pyramidata</i>	52	Régulière
<i>R. decollata</i>	84	Constante
<i>F. folliculum</i>	76	Constante
<i>Tu. sulcata</i>	68	Régulière
<i>S. candidissima</i>	80	Constante
<i>S. otthiana</i>	72	Régulière

1.2.5. Distribution spatiale

La carte de prédiction des effectifs des espèces identifiées montre des variations de la distribution des taxons dans le territoire du canton (fig. 19). Les taxons *X. cespitum* et *Ce. virgata* sont les espèces les mieux réparties sur ce territoire. En effet, ces espèces sont omniprésentes et les plus abondantes. En revanche, les autres espèces, sont peu présentes et plus ou moins réparties dans le canton et ceci malgré qu'elles sont constantes ou régulièrement présentes dans les points de prélèvements.

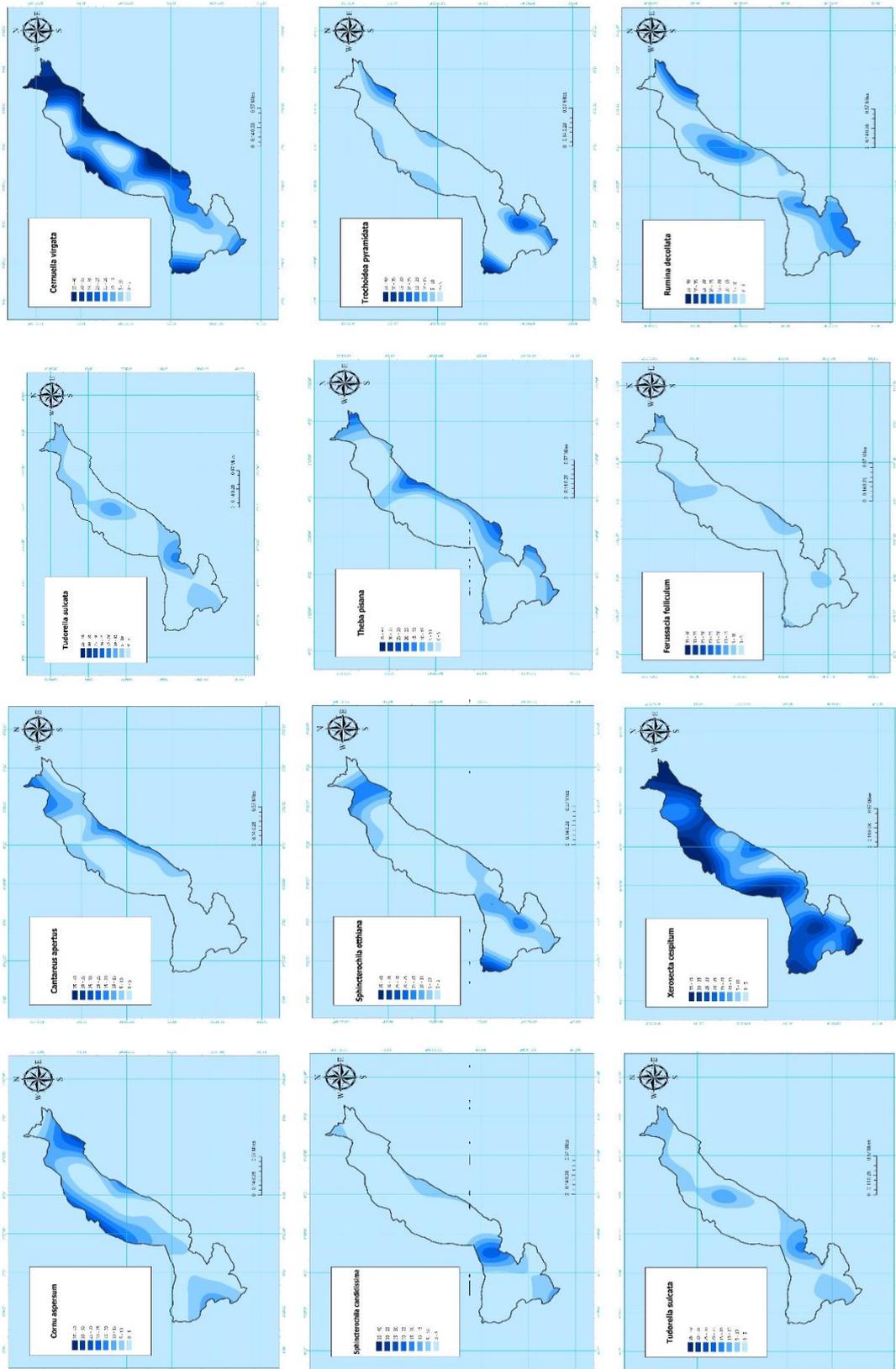


Figure 19 : Prédiction de la distribution spatiale des taxons dans le canton de Sidi Slimane.

1.2.6. Densité

La densité moyenne des gastéropodes prélevés dans les stations étudiées varie de 0,88 ind./m² dans le point 19 à 3,22 ind./m² dans le point 2. En moyenne, la région d'étude présente une densité de l'ordre de 1,88 ind./m².

La carte de prédiction de la densité de ce peuplement montre des variations de la distribution des taxons dans le territoire du canton avec un gradient Ouest-Est (fig. 20). En général, le peuplement de gastéropode du canton de Sidi Slimane montre une densité moyenne (1 à 3 ind/m²), à l'exception de la partie extrême Nord-Est où elle est supérieure à 3 ind/m².

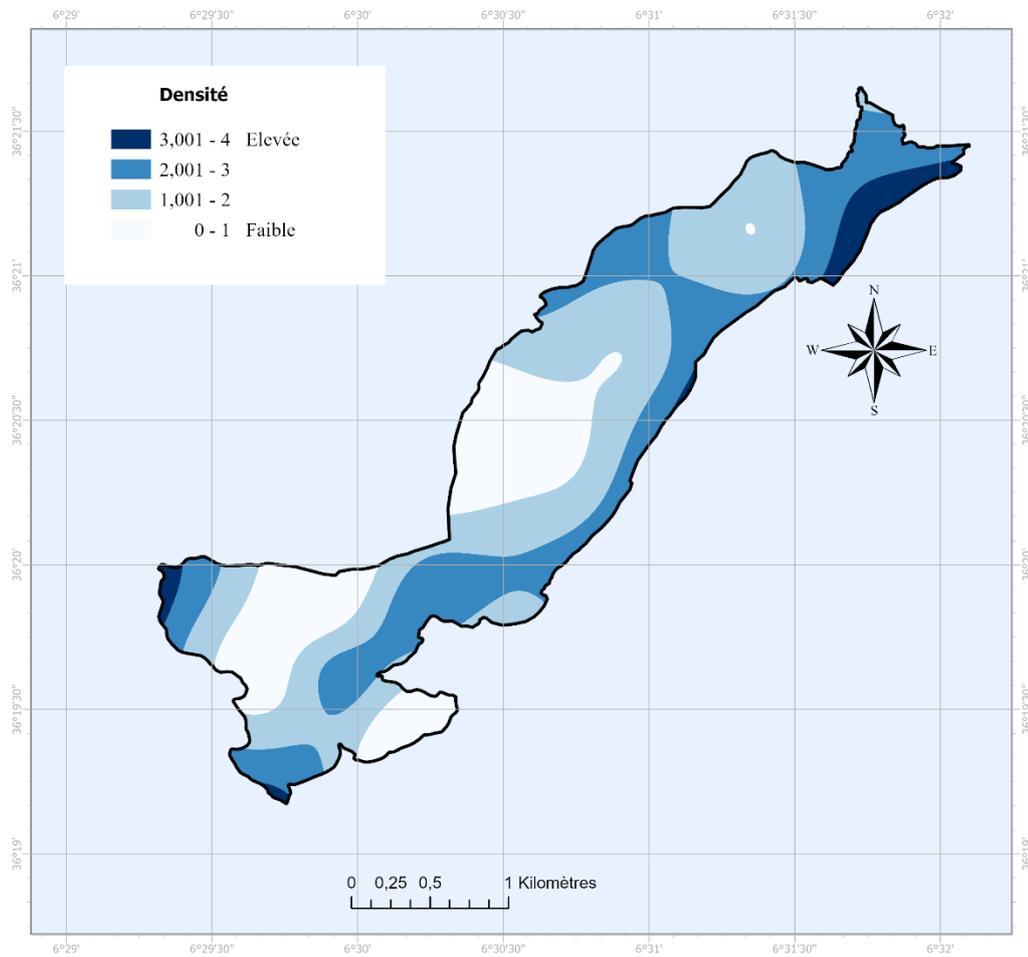


Figure 20 : Prédiction de la densité du peuplement malacologique dans le canton de Sidi Slimane.

1.3. Indices écologiques

Afin de bien analyser les résultats de l'inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes nous avons procédé au calcul des différents indices écologiques. Le tableau suivant illustre les éléments statistiques des indices écologiques choisis.

Tableau 5 : Eléments statistiques des indices écologiques du peuplement malacologique du canton de Sidi Slimane.

	S	H'	J	D	1/D	1-D	Alpha
Minimum	4	1	0,62	0,52	1,11	0,10	1,00
Maximum	12	2,37	0,96	0,90	1,91	0,45	3,76
Q₁	8	1,57	0,83	0,76	1,17	0,11	1,37
Q₃	11	2,12	0,90	0,86	1,32	0,18	3,20
Moyenne	9,56	1,86	0,83	0,79	1,30	0,21	2,88
Ecart-type	2,27	0,37	0,09	0,11	0,22	0,11	0,76
CV (%)	23,79	19,96	10,91	13,73	17,00	56,06	22,11

1.3.1. Diversité spécifique (S)

Le peuplement des gastéropodes du canton de Sidi Slimane compte 12 espèces au total. La diversité spécifique varie de 4 espèces dans le point 14 à 12 espèces dans les points 3, 10 et 16. En moyenne, elle est de plus 9 espèces par points de prélèvement (tableau 5).

La carte de prédiction de la diversité spécifique (fig. 21) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Ainsi, la diversité est généralement assez élevée à élevée.

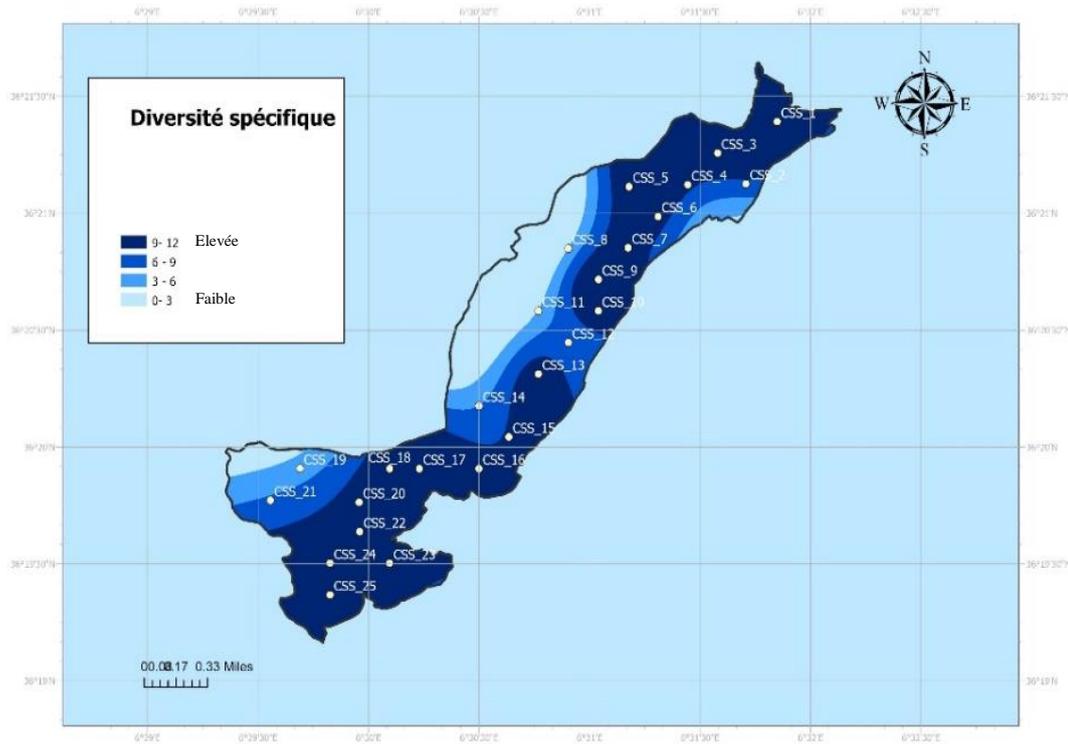


Figure 21 : Prédiction de la diversité spécifique dans le canton de Sidi Slimane.

1.3.2. Indice de Shannon (H')

D'après le tableau 2, les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') varient entre 1 bits, dans le point 19, et 2,37 bits dans le point 10. En moyenne, il est 1,86 bits.

La carte de prédiction des valeurs de cet indice (fig. 22) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Il ressort que la diversité est moyenne à élever dans la zone d'étude.

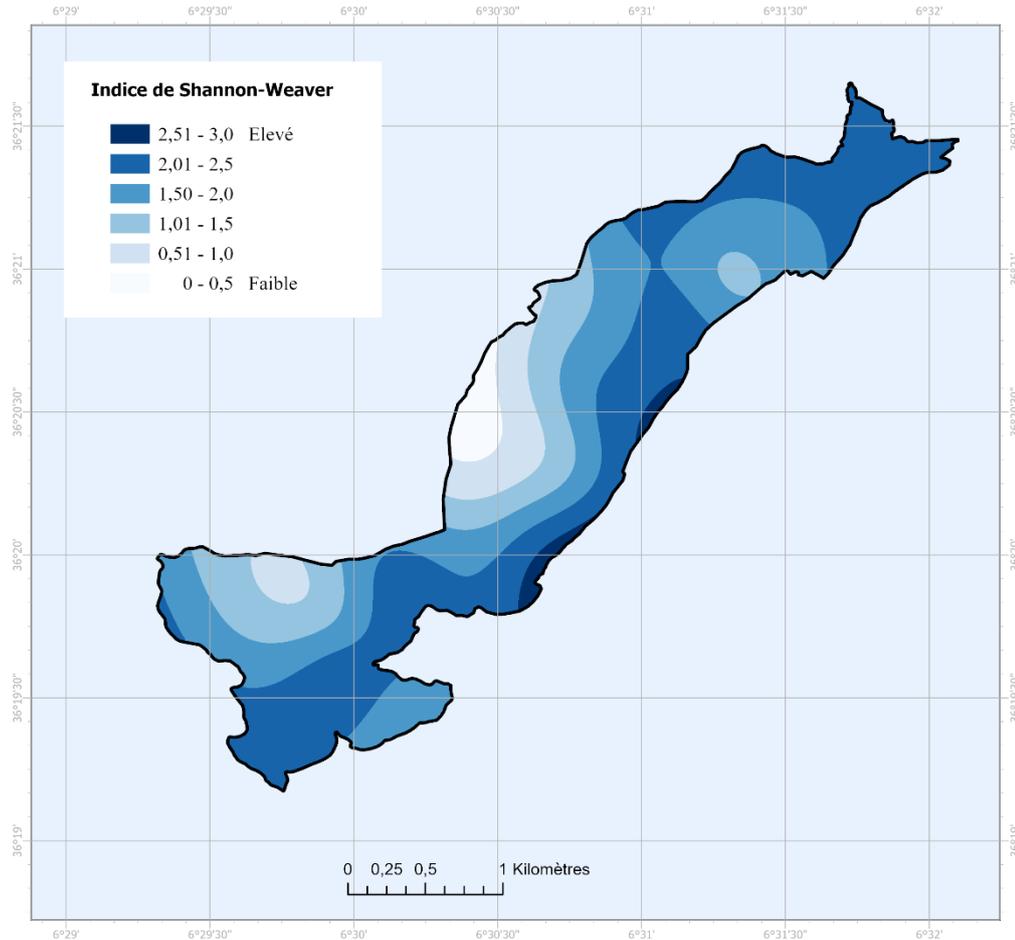


Figure 22 : Prédiction des valeurs de l'indice de Shannon-Weaver.

1.3.3. Indice de Piélou

D'après tableau 5, les valeurs de cet indice varient entre 0,6 et 1 dans le canton de Sidi Slimane, avec une valeur minimale 0,62 dans le point 19 et une valeur maximale 0,96 dans le point 10 de le canton de Sidi Slimane.

La carte de prédiction des valeurs de l'indice d'équitabilité de Piélou (fig. 23) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Globalement, les individus semblent être réparti d'une façon homogène entre les différentes espèces dans le territoire du canton.

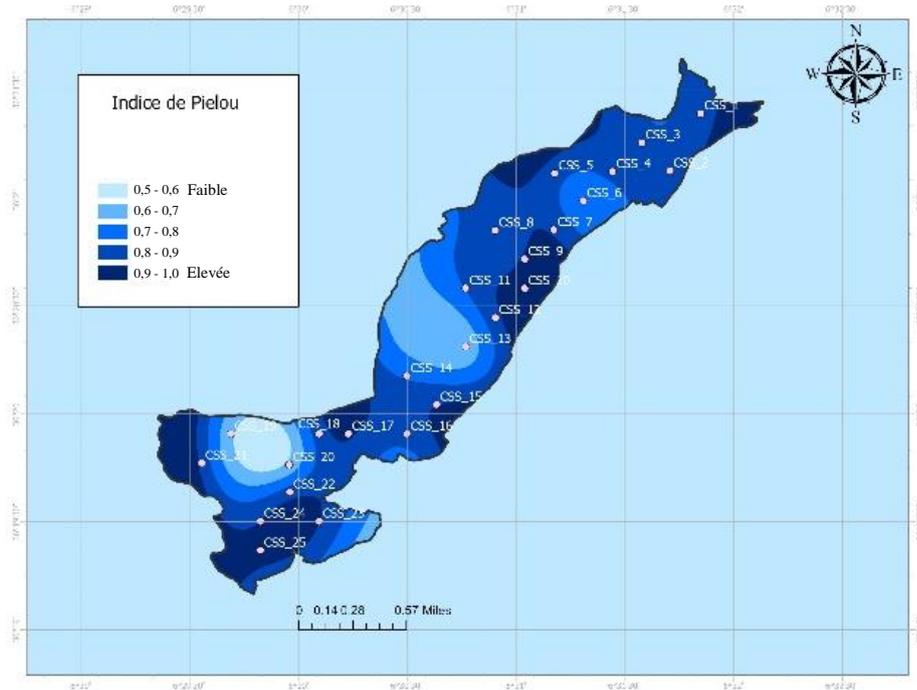


Figure 23 : Prédiction des valeurs de l'indice de Pielou.

1.3.4. Indice de Simpson (D)

D'après le tableau 5, l'indice de Simpson varie de 0,52 dans le point 19 à 0,9 dans le point 10.

La carte de prédiction des valeurs de l'indice de Simpson (D) et de l'inverse de Simpson (1/D) (fig. 24) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Les individus semblent être régulièrement réparti entre les différentes espèces, ce qui fait que le peuplement malacologique de ce canton est équilibré au niveau des points de prélèvement.

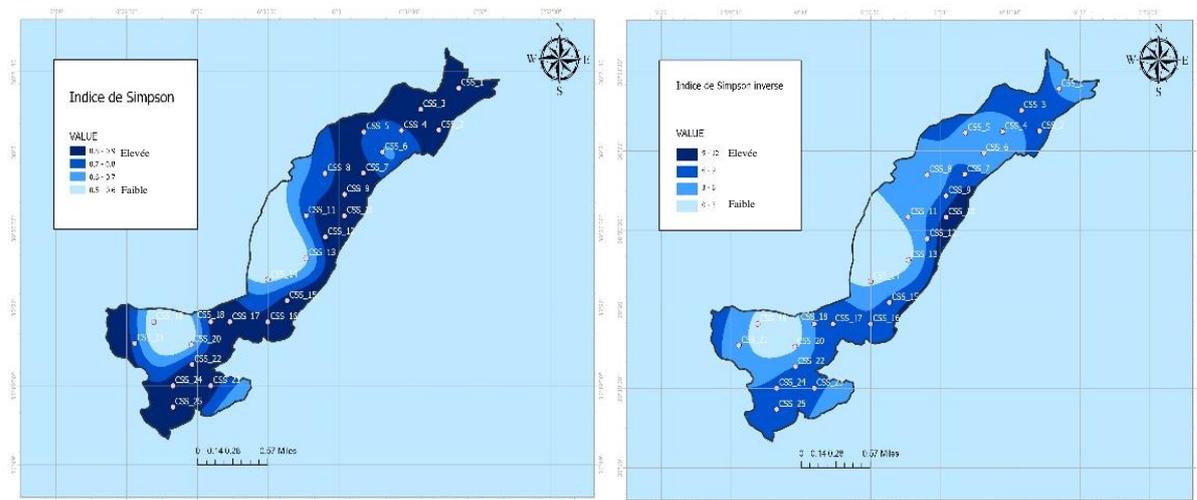


Figure 24 : : Prédiction des valeurs de l'indice de Simpson et l'inverse de Simpson.

Dans le but d'obtenir des valeurs plus intuitives, il est préférable d'utiliser l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D, ainsi, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Schlaepfer et Bütler, 2002). Il est sensible aux variations de taille d'échantillon. D'après le tableau 5, l'indice de dominance varie d'un point à l'autre dans l'intervalle de 0,10 dans le point 19 (le moins diversifié) à 0,45 dans le point 10 (le plus diversifié).

La carte de prédiction des valeurs de l'indice de dominance (fig. 25) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Elle présente une situation inverse de l'indice de Simpson (fig. 24).

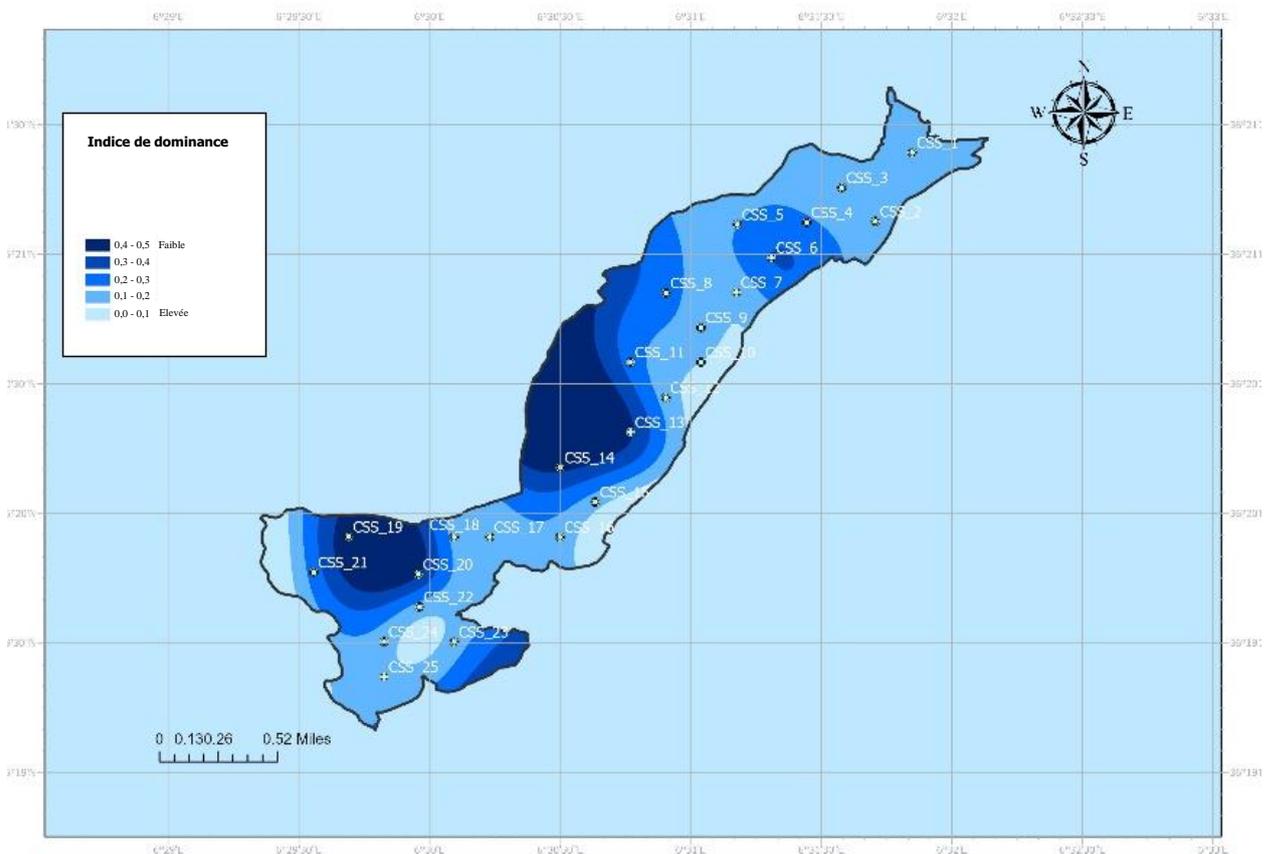


Figure 25 : Prédiction des valeurs de l'indice de dominance

1.3.5. Indice de diversité alpha de Fisher (α)

D'après le tableau 5, Il varie d'un point à l'autre dans l'intervalle 1 à 4 avec une valeur minimale 1,00 dans le point 14 (le moins diversifié) et une valeur maximale 3,76 dans le point 20 (le plus diversifié). En moyenne, la diversité moyenne de ce peuplement est de 2,88.

La carte de prédiction des valeurs de l'indice de diversité alpha (fig. 26) donne un aperçu de la répartition de cette variable sur le territoire du canton. Il semble qu'il a la même présentation que les autres indices avec de faibles variations.

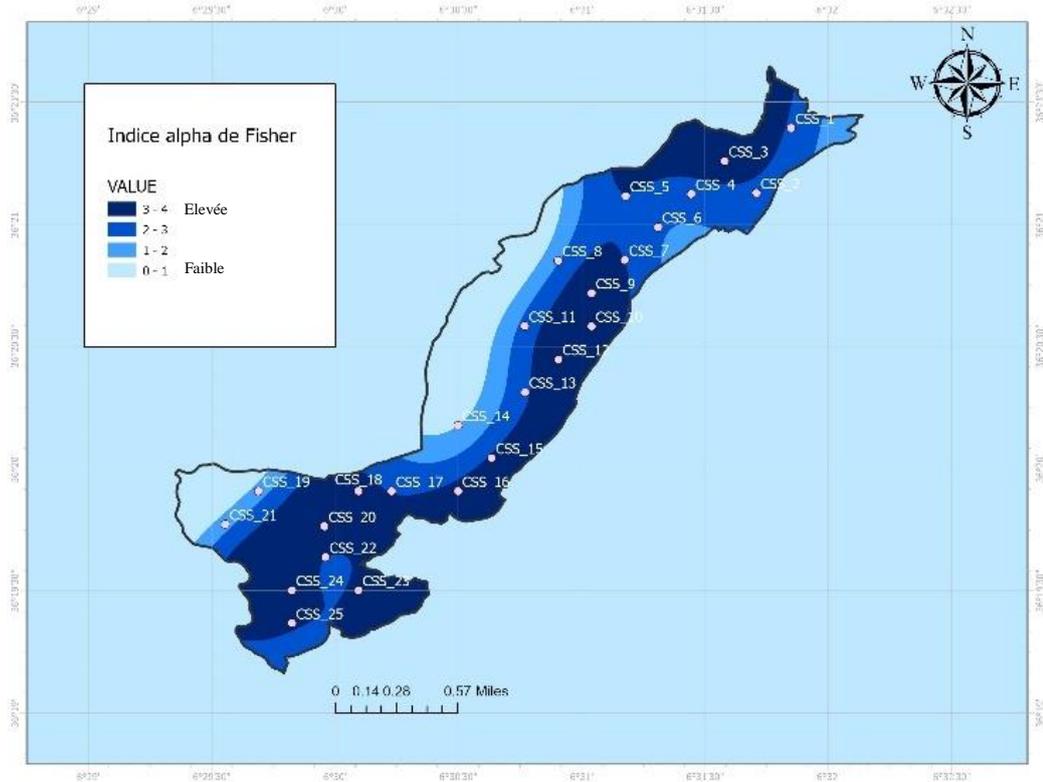


Figure 26 : Prédiction des valeurs de l'indices de diversité alpha de Fisher.

2. Discussion

La présence et la distribution des escargots terrestres sont étroitement liées aux conditions du milieu. En effet, ils y sont sensibles à cause de leur tégument mou et perméable. Mais malgré cela, ils ont pu conquérir tous les milieux terrestres, même les plus froids et les plus chauds par différentes formes d'adaptation, soit morphologiques (couleur et taille de la coquille), soit physiologiques (épiphragme), soit comportementales (micro-habitat et rythmes d'activité adaptés) ou même génétiques (écotypes qui ont engendré la nomenclature variée des espèces) (Robitaille *et al.*, 1973).

L'inventaire des escargots terrestre au niveau du canton de Sidi Slimane dans la forêt de Chettaba a révélé une richesse assez importante en matière de nombre d'individus (2053 individus récoltés) et en nombre de taxons (12 espèces), à savoir : *Co. aspersum*, *Ca. apertus*, *Th. pisana*, *E. constantina*, *X. cespitum*, *Ce. virgata*, *Tr. pyramidata*, *R. decollata*, *F. folliculum*, *Tu. sulcata*, *S. candidissima* et *S. othiana*. Ces espèces sont réparties sur 6

familles (Helicidae, Hygromiidae, Achatinoidea, Ferussaciidae, Sphincterochilidae et Pomatiidae). A l'exception de *T. sulcata* faisant partie de l'ordre des Littorinimorpha, toutes les autres espèces appartiennent de l'ordre des Stylommatophora.

Ces espèces ont été déjà recensées dans le même canton par Mefroum (2023), dans la même zone au niveau de Djebel Karkara par Djelmami et Djeghloud (2022) ; et dans la région de Constantine par Belhiouani *et al.* (2019) et Cheriti *et al.* (2021). Comparativement aux résultats de Mefroum (2023), l'abondance enregistrée est relativement faible (82 ind. par point). Ces espèces semblent préférer les milieux ouverts et plutôt secs, surtout *Ce. virgata* et *X. cespitum*. Ces deux espèces s'avèrent les plus abondantes et les mieux réparties dans le territoire du canton. Selon Barker (2001) et Ramdini (2021), elles utilisent la végétation qui s'y trouve pour s'accrocher et se cachent sous les rochers, les pierres, la litière et même dans le sol en attendant le retour des conditions favorables (temps frais et humide) à leur activité.

Selon Damerdji (2008), l'abondance relative et la densité de espèces malacologiques sont deux valeurs très complémentaires, pour l'évaluation de leur distribution dans leur milieu. Sur les 25 prélèvements effectués, le plus grand nombre d'escargots a été récolté au niveau des points 1 et 2 avec 134 et 158 individus, respectivement. Alors que les points 3, 10 et 16 sont les plus riches (12 espèces). La densité moyenne de ce peuplement est de 1,88 ind./m². Pour les indices écologiques, ils montrent que le peuplement malacologique du canton est assez riche et que les espèces qui le composent sont régulièrement distribuées dans le territoire du canton et moyennement équilibrées entre elles.

En réalité, les valeurs des paramètres et indices écologiques dans les différents points échantillonnés sont spatialement corrélées. Ainsi, leur projection sur le territoire du canton, en utilisant des outils des SIG, a permis de prédire la répartition de ce peuplement dans les zones non échantillonnées de ce territoire. Par ailleurs, l'analyse exploratoire, étape préliminaire en géostatistique, a permis par le biais de la variation de ces données, de décrire et de modéliser le comportement de la variable diversité de cette faune. La structure spatiale est ainsi obtenue par interpolation ce qui semble enregistrée une bonne précision de l'estimation. Les résultats de cette analyse ont contribué à une meilleure compréhension de la structure spatiale de la diversité malacologique dans ce territoire.

Les cartes de prédiction de la diversité malacologique, qui en découlent, constituent un outil important pour définir les zones de forte diversité et servir au suivi de cette faune dans cette zone. En plus, la répartition de cette diversité dans ce territoire est fortement liée à la structure et la composition de ces populations.

La superposition de la carte de prédiction de la diversité malacologique et de la carte d'occupation de sol et des précipitations montre que l'abondance et la diversité sont assez élevée dans les zones Nord-Est du canton. Cette distribution est due à certains paramètres de l'habitat, principalement la structure et la composition du couvert végétal. En effet, cette zone est caractérisée par un couvert végétal assez régulier et une humidité suffisante. Dans le reste du territoire, ce couvert végétal est quasiment inexistant (versant Est de Djebel Karkara) ou incendié (points 12, 13, 15 et 16), ce qui a contribué à la réduction de la diversité dans ces points. En effet, la présence de la végétation semble favorable l'installation d'espèces malacologiques et offre de ce fait des niches écologiques diversifiées pour cette faune. Elle peut affecter les conditions du microhabitat (Geiger et al. 2009), ce qui influence leur dispersion (Boag, 1985).

Conclusion

Conclusion

Ce travail a pour objectif de cartographier la diversité des gastéropodes terrestres dans le canton de Sidi Slimane (forêt de Chettaba, wilaya de Constantine). Pour cela, un inventaire a été réalisé au niveau de ce territoire durant le mois de mars 2023 sur un ensemble de 25 points de prélèvements.

L'identification taxonomiques a révélé la présence de 12 espèces appartenant à 6 familles : *Co. aspersum*, *Ca. apertus*, *Th. pisana*, *E. constantina*, *X. cespitum*, *Ce. virgata*, *Tr. pyramidata*, *R. decollata*, *F. folliculum*, *Tu. sulcata*, *S. candidissima* et *S. otthiana*.

Les espèces *Ce. virgata* et *X. cespitum* sont les plus abondantes et les mieux réparties sur le territoire du canton, du fait qu'elles soient adaptées à ces milieux plutôt secs. Les autres espèces sont relativement réparties sur ce territoire.

Le peuplement malacologique du canton est assez riche et que les espèces qui le composent sont régulièrement distribuées au niveau du territoire du canton et sont moyennement équilibrées entre elles. La densité moyenne est relativement faible (moins de 2 ind./m²).

Il en résulte aussi que la composition et la structure du couvert végétal s'avèrent les principaux facteurs de variation de l'abondance et la distribution de ce peuplement. Durant la période défavorable, les espèces s'y accrochent, ainsi que sur d'autres supports, en attendant le retour des conditions favorables à leur activité.

Les outils de géolocalisation et géostatistiques utilisés dans cette étude ont contribué à une meilleure compréhension de la structure spatiale de la diversité de la faune malacologique du canton. Du fait que les valeurs des paramètres et indices écologiques dans les différents points échantillonnés sont spatialement corrélées, ces outils ont permis de prédire les valeurs aux points non échantillonnés en tenant compte de cette autocorrélation spatiale. Ainsi, il en ressort que ces outils sont précieux dans la cartographie de la distribution et de la diversité de cette faune.

Cette contribution est probablement insuffisante pour une réelle compréhension de la diversité et la distribution des populations de gastéropodes terrestres. Ainsi, nous encourageons :

- à réaliser d'autres travaux afin de déterminer la richesse spécifique des gastéropodes terrestres dans tout le massif de Chettaba, et de pouvoir dresser une liste complète de ces invertébrés.
- à enrichir la base de données par des données du milieu : topographie, géologie, géomorphologie, climatologie, etc.
- à appliquer d'autres techniques d'interpolation spatiale des SIG, telles que la pondération inverse à la distance (IDW) et le krigeage (ordinaire et universel).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abed A., Boukeloua H., 2009.** Contribution à l'étude des collemboles (Hexapoda ; Collembola) dans deux localités de la wilaya de Constantine (Chettabah et Djebel El Ouahch). Mémoire du diplôme de master, Université Mentouri de Constantine ,79 P
- Adjroud S., 2022.** Cours système d'information géographique. Département génie civil. 7 p.
- Amrane L., Yahiatene K., 2023.** Inventaire qualitatif et quantitatif des gastéropodes terrestres dans la région de Boghni (Tizi-Ouzou, Algérie). Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou, 46 p.
- Annegret N., Armelle A., 2017.** Conservation at a slow pace: Terrestrial gastropods facing fast-changing climate. *Conservation physiology*. 5. 10.1093/conphys/cox007.
- Audibert C., Bertrand A., 2015.** Guide des mollusques terrestres : escargots et limaces. Belin, Paris, 231 p.
- Avon C., Bergès L., 2014.** Outils pour l'analyse de la connectivité des habitats. Irstea, 32 p.
- Barker G. M. 2001.** Gastropods on land: phylogeny, diversity and adaptive morphology. In: Barker G. (Ed.), *The Biology of Terrestrial Molluscs*. CAB International, Wallingford (UK). 146 p.
- Beauger A., Lair N., 2014.** Analyse des principales méthodes de bio-évaluation basées sur les macroinvertébrés benthiques. In : *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, hors-série numéro 4, 2014. Jubilé de l'hydrologie lyonnaise. pp. 15-33.
- Belhadj T.K., Kerfouf A., 2018.** Utilisation de l'outil SIG pour l'évaluation de la biodiversité faunistique côtière du littoral ouest algérien. 6^e Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et aux 119^{es} Journées Annuelles de la SZF – Paris.
- Belhiouani H., El Hade El Okki, M., Afri-Mehennaoui F-Z., Sahli L., 2019.** Terrestrial gastropod diversity, distribution and abundance in areas with and without anthropogenic disturbances, Northeast Algeria. *Biodiversitas*. 20. 243-249.
- Benbellil-Tafoughalt S., Koene J.M., 2015.** Influence of season, temperature, and photoperiod on growth of the land snail *Helix aperta*, *Invert. Repro. Develop.*, 59: 37-43,
- Bernard-Michel C., 2006.** Indicateurs géostatistiques de la pollution dans les cours d'eau. Thèse de Doctorat en Géostatistique, École des Mines de Paris
- Biannic M., 1995.** Recherches écophysiologicals sur la vie ralentie de l'escargot *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné). Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, France.

- Bioret F., 2002.** La bioévaluation, outil d'aide à l'aménagement. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bretagne Occidentale.
- Boukli Hacene C., Rabah Fissa A., 2021.** Système d'information géographique : Cours et travaux-pratiques. Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen, 74 p.
- Cheriti O., Belhiouani H., El Hadeff El Okki M., Neubert E., Sahli L., 2021.** Inventory of land snails from the Kebir Rhumel basin, northeast of Algeria. *Biodiversity*, 22(3-4): 110-130.
- Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
- Damerdji A., 1990.** Contribution à l'étude bio systématique des mollusques gastéropodes pulmonés terrestres dans la région de Tlemcen. Thèse magister. Univ. Tlemcen. Algérie.
- Damerdji A., 2008.** Contribution à l'étude de la malacofaune de la zone sud de la région de Tlemcen (Algérie). Thèse de Doctorat. Université Abou Bakr belkaid- Tlemcen, Algérie. pp. 138-153.
- Djebaili M., Taghribet A., 2020.** Structure et inventaire floristique de la forêt de Chettaba (Constantine). Mémoire du diplôme de master, Université de Oum El Bouaghi, 13p.
- Djelmami A., Djeghloud S.A., 2022.** Biodiversité des gastéropodes terrestres du Djebel Karkara dans le massif de Chettaba (Constantine). Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Constantine 1. 41 p.
- Dorazio R.M., Royle J.A., Söderström B., Glimskär A., 2006.** Estimating species richness and accumulation by modelling species occurrence and detectability. *Ecology*, 87 : 842-854.
- Falkner G., Obrdlik P., Castella E., Speight M.C.D., 2001.** Shelled Gastropoda of western Europe. Friedrich Held Gesellschaft, München, Germany.
- Farah R., Hamdi A., 2022.** Etude de la diversité de la faune carabique de la forêt de Chettaba (Constantine). Mémoire du diplôme de master, Université Mentouri de Constantine, 14 p.
- Hernandez-Stefanoni J. L., Ponce-Hernandez R., 2006.** Mapping the spatial variability of plant diversity in a tropical forest: comparison of spatial interpolation methods. *Envir. Monit. Assess.*, 117: 307-334.
- Heusser S., Dupuy H.G., 2011.** Synthèse de la structure tissulaire à la réalisation des fonctions chez les gastéropodes pulmonés, éléments d'histologie et de physiologie des espèces *Helix aspersa* et *Helix pomatia*. *F. conchylio.*, 10-26.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M., 1989.** An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press, New York
- Jarvis D.I., Padoch C., Cooper H.D., 2012.** Gestion de la biodiversité dans les écosystèmes agricoles. Bioversity International. 504 p.

- Journel A.G., 1986.** Geostatistics: models and tools for the earth sciences. *Math. Geol.*, 18: 119-140.
- Karas F., 2009.** Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des pays de la Loire. Ed. Gretia, 387p.
- Kerney M.P., Cameron R.A.D., 2015.** Guide des escargots et limaces européens, identification et biologie de plus de 300 espèces. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris, France. 370 p.
- Kouba Y., 2018.** Cours de système d'information géographique. Université Larbi-Ben-Mhidi, Oum-El-Bouaghi.
- Legendre P., 1993.** Spatial autocorrelation. Trouble or new paradigm? *Ecology*, 74: 1659–1673.
- Madec L., 1983.** Importance des conditions climatiques et de l'origine des individus pour la reproduction de l'escargot petit-gris en élevage sous bâtiment contrôlé.
- Maissiat J., Baehar J.C., Picaud J.L., 2011.** Biologie animale. Ed. DUNOD, 239P.
- Mefroum S., 2023.** Biodiversité des gastéropodes terrestres dans la forêt de Chettaba, Constantine. Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Constantine 1. 39 p.
- Murphy B., 2001.** Breeding and growing snails commercially in Australia (no, 00/118). Australien Government: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Mwampongo D.E., 2021.** Apport de la modélisation physique pour la cartographie de la biodiversité végétale en forêts tropicales par télédétection optique. *Sciences de la Terre*. AgroParisTech, 163 p.
- Nemdili D., Khenchoul C., 2021.** Caractéristiques des Coléoptères Carabidés dans un milieu fermé au niveau de la région de Constantine (Forêt de Chettaba), Mémoire master, Université Constantine 1, 67p.
- Pathak C.R., Luitel H., Utaaker K.S., Khanal P., 2023.** One-health approach on the future application of snails: a focus on snail-transmitted parasitic diseases. *Parasitol Res* 123, 28.
- Pfohl M., 2009.** Rapport de stage de fin d'études de la formation Master 2 gestion de la biodiversité
- Ramdini R., Ali R.F., Sadouk G., Medjdoub-Bensaad F., 2021.** Diversity of Terrestrial Gastropods in Kabylia Region (Tizi-Ouzou, Northern Algeria). *Folia Malacologica*, 29(4), 212–221.
- Ramdini R., Bouaziz-Yahiatene H., Medjdoub-Bensaad F., 2021.** Diversity of terrestrial gastropods in central-northern of Algeria (Algiers and Boumerdes). *Folia Conchyliologica*, 60, 25–33.

- Rolland D., 2020.** Évaluation de la biodiversité des paysages bocagers et validation d'outils de diagnostic. Biodiversité et Ecologie. 2020. ⟨hal-02478579⟩
- Saito H., McKenna S.A., Zimmerman D.A., Coburn T.C., 2005.** Geostatistical interpolation of object counts collected from multiple strip transects: ordinary Kriging versus finite domain Kriging. Stoch. Envir. Res. Risk Assess., 19 : 71-85.
- Schlaepfer R., Büttler R., 2002.** Analyse de la dynamique du paysage, Fiche d'enseignement 4.2, École polytechnique de Lausanne, 1 p.
- Scott J.M., Davis F., Csuti B., Noss R., Buttereld B., Groves C., Anderson H., Caicco S., D'Erchia F., Edwards T.C., Ulliman J., Wriht R.G., 1993.** Gap analysis: A geographic approach to protection of biological diversity. Wildlife Monogr., N° 123.
- Senapathi V., Paramasivam C.R., 2019.** An Introduction to Various Spatial Analysis Techniques.
- Sigles, 2018.** Systèmes d'information géographique et liens environnement-santé. Faculté de pharmacie de Lille. Laboratoire des Sciences Végétales et Fongiques.
- Wu W., 2003.** Application de la géomatique au suivi de la dynamique environnementale en zones arides. Thèse de Doctorat, Université Paris 1, 217 p.

ملخص

بهدف رسم خرائط لتنوع بطنيات الأقدام الأرضية بمقاطعة سيدي سليمان بغابة شطابية، تم إجراء جرد على مجموعة من 25 نقطة أخذ عينات.

كشفت التحديد التصنيفي عن وجود 12 نوعًا تنتمي إلى 6 عائلات :

Co. aspersum, *Ca. apertus*, *Th. pisana*, *E. constantina*, *X. cespitum*, *Ce. virgata*, *Tr. pyramidata*, *R. decollata*, *F. folliculum*, *Tu. sulcata*, *S. candidissima*, *S. otthiana*.

وتتوزع هذه الأنواع بانتظام في أراضي المقاطعة وهي متوازنة بشكل معتدل فيما بينها. ومع ذلك، فإن الأنواع *Ce. virgata* و *X. cespitum* هما الأكثر وفرة والأفضل توزيعًا.

يبدو أن تكوين وبنية الغطاء النباتي هما العاملان الرئيسيان في التباين في وفرة وتوزيع هذه المجموعة.

ساهمت أدوات تحديد الموقع الجغرافي والإحصاءات الجغرافية المستخدمة في هذه الدراسة في فهم أفضل للبنية المكانية لتنوع هذه الكائنات في هذا المقاطعة. لقد جعلوا من الممكن التنبؤ بالقيم عند النقاط التي لم يتم أخذ عينات منها من خلال مراعاة الارتباط الذاتي المكاني بين نقاط أخذ العينات.

الكلمات المفتاحية

بطنيات الأقدام الأرضية، التنوع، نظم المعلومات الجغرافية، سيدي سليمان، شطابية

Summary

With the aim of mapping the diversity of terrestrial gastropods in the canton of Sidi Slimane in the Chettaba forest, an inventory was carried out on a set of 25 sampling points.

Taxonomic identification revealed the presence of 12 species belonging to 6 families: *Co. aspersum*, *Ca. apertus*, *Th. pisana*, *E. constantina*, *X. cespitum*, *Ce. virgata*, *Tr. pyramidata*, *R. decollata*, *F. folliculum*, *Tu. sulcata*, *S. candidissima* and *S. otthiana*.

These species are regularly distributed in the territory of the canton and moderately balanced between them. However, the species *Ce. virgata* and *X. cespitum* are the most abundant and best distributed.

The composition and structure of the plant cover appear to be the main factors in variation in the abundance and distribution of this population.

The geolocation and geostatistical tools used in this study contributed to a better understanding of the spatial structure of the diversity of malacological fauna in this canton. They made it possible to predict the values at non-sampled points by taking into account the spatial autocorrelation between the sampling points.

Keywords:

Terrestrial gastropods, diversity, GIS, Sidi Slimane, Chettaba

Année universitaire: 2023-2024	Présenté par : Mahri Hammam Et Zerrouki Ayyoub		
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Fondamentale et Appliquée			
Intitulé : Cartographie de la diversité malacologique du canton de Sidi Slimane (Forêt de Chetaba).			
<p>Résumé :</p> <p>Dans le but de cartographier la diversité des gastéropodes terrestres du canton de Sidi Slimane dans forêt de Chettaba, un inventaire a été réalisé sur un ensemble de 25 points de prélèvements.</p> <p>L'identification taxonomiques a révélé la présence de 12 espèces appartenant à 6 familles : <i>Co. aspersum</i>, <i>Ca. apertus</i>, <i>Th. pisana</i>, <i>E. constantina</i>, <i>X. cespitum</i>, <i>Ce. virgata</i>, <i>Tr. pyramidata</i>, <i>R. decollata</i>, <i>F. folliculum</i>, <i>Tu. sulcata</i>, <i>S. candidissima</i> et <i>S. otthiana</i>.</p> <p>Ces espèces sont régulièrement distribuées dans territoire du canton et moyennement équilibrées entre elles. Cependant, les espèces <i>Ce. virgata</i> et <i>X. cespitum</i> sont les plus abondantes et les mieux réparties.</p> <p>La composition et la structure du couvert végétal semblent être les principaux facteurs de variation de l'abondance et la distribution de ce peuplement.</p> <p>Les outils de géolocalisation et géostatistiques utilisés dans cette étude ont contribué à une meilleure compréhension de la structure spatiale de la diversité de la faune malacologique dans ce canton. Ils ont permis de prédire les valeurs aux points non échantillonnés en tenant compte de l'autocorrélation spatiale entre les points de prélèvement.</p>			
<p>Mots clés :</p> <p>Gastéropodes terrestres, diversité, SIG, Sidi Slimane, Chettaba</p>			
Encadrant:	Dr Mohamed El HadeF El Okki	MCA	INATAA, UFMC1
Présidente :	Dr Sahli Leila	Prof.	FSNV, UFMC1
Examinatrice :	Dr Cheriti Oumnya	Prof.	FSNV, UFMC1