



# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Nutrition et Technologie Agro alimentaire

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie (D04)

**Filière:** Ecologie et l'environnement

**Spécialité:** Ecologie animal

Présenté par

- AINKADA NAIMA

- DENFAR OUM DJILALI

THEME

**Etude des lépidoptères Rhopalocères dans la  
région de Tiaret (Algérie).**

**Jury :**

Présidente : Mme Omar A.

Encadreur : M. MOUSSOUNI A.

Co-encadreur : Mlle CHADLI S.

Examineur : M. DAHMANI W.

**Grade**

MCA, Faculté des SNV

M. Recherche B, CNRPAH

MAA, Faculté des SNV

MAA, Faculté des SNV

Année universitaire : 2020/2021

# *Dédicace*

*A nos parents*

*A nos familles*

*A nos amis*

*A tous ceux qui nous sont chers.*



## *Remercîments*

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Monsieur **Moussouni Abdenour**, maitre de recherche au CNRPAH (Alger), pour avoir dirigé ce travail de Master.

Nos remerciements les plus sincères pour Madame **Chadli Souhil** pour avoir accepté de co-diriger ce travail.

Nous vifs remerciements vont également à Madame **Omar Amina**, maitre de conférences, qui nous a honoré en acceptant de présider le jury de notre travail.

Nos chaleureux remerciements à Monsieur **Dahmani Walid** qui a aimablement accepté d'être parmi le jury en sa qualité d'examineur.

Nous exprimons notre gratitude et un grand merci à Monsieur **Djemadi Imed**, maitre-assistant à l'E.S.S.A.I.A. (Alger) pour ses orientations et son aide précieuse dans l'identification des échantillons de papillon.

Nous tenons aussi à remercier :

- Le personnel de la direction des services des forêts de Tiaret, plus particulièrement M.**Malih Mohamed** et M. **Nouks Mohamed** pour leur aide et leur disponibilité ;
- Le personnel de la direction des services des forêts de MACHRAA SAF plus particulièrement M.**Benfroul Menoir** et M. **Bensbaia Benamar** ;
- Le personnel de la direction du barrage Bakhadda ;
- Le personnel de l'HPDS.

En fin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de pré ou loin à accomplir ce travail.

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> À gauche, œuf de la Piéride de la Rave, <i>Pieris rapae</i> . À droite, ponte de la Piéride du Chou, <i>Pieris brassicae</i> . © Bernard Schmeltz.....	5
<b>Figure 2:</b> À gauche, chenille de <i>Pieris rapae</i> . À droite, chenille de <i>Pieris brassicae</i> . © Philippe Mothiron.....	6
<b>Figure 3:</b> A gauche, chrysalide tête en l'air © James K. Lindsey. Au milieu, chrysalide tête en bas © Bernard Schmeltz. A droite, chrysalide nue sur le sol © Bernard Schmeltz.....	7
<b>Figure 4:</b> Différents types d'antennes chez les papillons. Source : <a href="https://cctnature.wixsite.com">https://cctnature.wixsite.com</a> .....	8
<b>Figure 5:</b> Localisation des sites d'étude.....	12
<b>Figure 6:</b> Djebel Guezoul _ Formation forestière à dominance de Pin d'Alep.....	13
<b>Figure 7:</b> Localisation des points relevés dans l'habitat forestier .....	13
<b>Figure 8:</b> Habitat zone humide _ Barrage de Bakhadda. ....	14
<b>Figure 9:</b> Localisation des points relevés dans l'habitat zone humide.....	14
<b>Figure 10:</b> Exemple de végétation steppique de la région de In Dheb. ....	15
<b>Figure 11:</b> Localisation des points relevés dans l'habitat steppique. ....	15
<b>Figure 12:</b> Allées végétalisées du Centre Universitaire Tiaret.....	16
<b>Figure 13:</b> Localisation des points relevés dans l'habitat urbain .....	16
<b>Figure 14:</b> A gauche, illustration de la démarche d'inventaire (source : Dutch Butterfly Conservation). A droite photo illustrant la mise en pratique sur le terrain. ....	18
<b>Figure 15:</b> a- Filet à papillon, b- Smartphone GPS Android, c-Appareil photo, d- Etaloir.....	18
<b>Figure 16:</b> Illustrations des espèces protégées inventoriées dans la région de Tiaret.....	22
<b>Figure 17:</b> Diversité taxonomique – Répartition par Famille.....	23
<b>Figure 18:</b> Diversité taxonomique - Répartition par Genre.....	24
<b>Figure 19:</b> richesse spécifique par habitat. ....	25
<b>Figure 20:</b> Dendrogramme de similitude entre les différents sites.....	27
<b>Figure 21:</b> répartition spatiale des différentes familles de Rhopalocères.....	31
<b>Figure 22:</b> répartition spatiale des différents genres de Rhopalocères.....	31
<b>Figure 23 :</b> répartition spatiale des différentes observations toutes espèces confondues.....	32
<b>Figure 24:</b> répartition spatiale des différentes observations en fonction de la date.....	32
<b>Figure 25:</b> cartes spatialisées des espèces à répartition réduite.....	34
<b>Figure 26:</b> cartes spatiales des espèces à moyenne répartition.....	35
<b>Figure 27:</b> Cartes spatialisées des espèces à large répartition.....	36

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau I :</b> Critères distinctifs entre Rhopalocères et Hétérocères (Source : Kacha, 2018) .....	3
<b>Tableau II:</b> Comparaison des résultats de l'étude avec les données de la GIBD.....	21
<b>Tableau III:</b> Richesse spécifique par habitat (données présente étude).....	25
<b>Tableau IV:</b> Matrice de proximité (Indice de Jaccard).....	26
<b>Tableau V:</b> Synthèses des observations géoréférencées des Rhopalocères de la région de Tiaret.....	29

## Table des matières

Introduction .....	1
1. Généralités sur les papillons de jours.....	3
1.1. Taxonomie.....	3
1.2. Le cycle de vie.....	4
1.2.1. L'œuf .....	4
1.2.2. La chenille .....	5
1.2.3. La chrysalide.....	6
1.2.4. Le papillon ou imago .....	7
1.3. Ecologie.....	9
1.3.1. Habitat .....	9
1.3.2. Territorialité et reproduction .....	9
1.4. Bio indication .....	9
2. Matériel et Méthodes .....	11
2.1. Zone d'étude.....	11
2.2. Sites retenus.....	12
2.2.1. Habitat forestier : Canton Djebel Guezoul .....	12
2.2.2. Habitat zone humide : Barrage de Bakhadda .....	14
2.2.3. Habitat steppique : In Dheb .....	15
2.2.4. Habitat urbain : Karman .....	16
2.3. Méthode d'inventaire des papillons .....	17
2.4. Traitement des données .....	19
2.4.1. Structure et composition du peuplement de Rhopalocères.....	19
2.4.1.1. Richesses.....	19
2.4.1.1.1. La Richesse totale .....	19
2.4.1.1.2. La Richesse ponctuelle .....	19
2.4.1.1.3. La Richesse patrimoniale .....	19
2.4.1.2. Diversité taxonomique .....	19
2.4.2. Indice de similitude .....	19
2.4.3. Analyse spatiale .....	20
3. Résultats et interprétation .....	21
3.1. Analyse globale .....	21
3.2. Analyse par Habitat.....	24
3.2.1. Diversité et composition du peuplement de Rhopalocère .....	24
3.2.2. Comparaison entre habitats .....	26

3.3. Analyse spatiale.....	27
3.3.1. Approche Synécologique.....	28
3.3.2. Approche Autécologie.....	33
4. Discussion.....	37
Conclusion.....	40

---

## Introduction

Le terme « biodiversité » désigne un ensemble d'entités biologiques d'importance et de complexité variable et croissante (Ramade, 2008). Ainsi, la biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (Blondel, 1975). C'est entre autres, la représentation de la variabilité (intra et inter catégories) d'organismes vivants, de communautés, ou de processus biotiques présents sur une surface donnée (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Une évaluation mondiale récente indique qu'environ 1 million d'espèces animales et végétales sont aujourd'hui menacées d'extinction. Depuis 1900, l'abondance moyenne des espèces locales dans la plupart des grands habitats terrestres a diminué d'au moins 20 % en moyenne. Plus de 40 % des espèces d'amphibiens, près de 33 % des récifs coralliens et plus d'un tiers de tous les mammifères marins sont menacés. La situation est moins claire pour les espèces d'insectes, mais les données disponibles conduisent à une estimation provisoire de 10 % d'espèces menacées (IPBES, 2019).

La biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) estimée à environ 16000 espèces et taxons confondus dont 2802 invertébrés terrestres (M.E.E.R., 2016), n'échappe pas à la règle. La tendance à la diminution de la biodiversité algérienne affecte tous les écosystèmes naturels.

Les principaux facteurs du phénomène d'appauvrissement de la biodiversité selon l'évaluation de l'IPBES (2019) sont : le changement d'utilisation des terres, la surexploitation des ressources, le changement climatique, la pollution et les espèces invasives.

Le taux d'extinction de la biodiversité est aujourd'hui 100 à 1000 fois supérieur à celui estimé pour les 500 derniers millions d'années. Des projections suggèrent que cette vitesse connaîtra une accélération brutale en raison des changements attendus dans les 50 prochaines années (Millennium Ecosystem Assessment, ND).

Dans ce contexte de crise biologique, la communauté scientifique insiste de plus en plus sur l'urgence de compléter les inventaires taxonomiques souvent fragmentaires, de déterminer les niveaux de biodiversité et d'établir des diagnostics des écosystèmes afin de décider de la mise en œuvre de programmes de conservation ou de restauration écologiques (Moussouni, 2018).

Cependant, la biodiversité étant quasiment impossible à mesurer exhaustivement sur une portion de territoire, il est généralement admis que l'on peut employer des indicateurs de son état, ou tout au moins de l'état de certaines de ses composantes (Basilico et al., 2014).

Dans ce sens, les bioindicateurs ou espèces indicatrices sont largement employés pour rendre compte de la biodiversité par la dynamique de leurs populations. Il s'agit généralement

d'espèces considérées comme écologiquement, économiquement ou sociologiquement importantes (Deconchat et Balent, 2004).

Parmi le nombre croissant de taxons qui peuvent jouer le rôle d'indicateurs biologiques, les insectes constituent un excellent modèle dont la performance a été largement prouvée. En effet, du fait de la biomasse qu'ils représentent, de leur grande diversité et des fonctions fondamentales qu'ils remplissent au sein des écosystèmes terrestres, une attention particulière a été portée à l'utilisation des invertébrés comme bioindicateurs (Ramage et Ravary, 2015).

Les groupe des papillons présente une importance patrimoniale (Burel et Baudry, 1999). Ils sont considérés comme de bons marqueurs synécologiques et des indicateurs de la santé des écosystèmes (Ghazoul, 2002). Ils présentent une taxonomie claire, un cycle de vie une biologie bien définis (Wood et Gillman, 1998). Ils sont très sensibles aux variations environnementales, notamment les modifications de l'habitat et les modifications climatiques (Sharma et Sharma, 2017).

De nombreux Rhopalocères sont connus comme de bons bioindicateurs d'habitats particulier (espaces ouverts, zones humides, milieu forestier, ...) (Rakotomalala, 2004). Du fait de ses particularités écologiques, ce taxon est souvent utilisé car il répond très rapidement aux perturbations et les variations observées peuvent être les signes précurseurs de modifications voire de la disparition de l'habitat avec, dans certains cas, quelques années d'avance sur l'analyse floristique (Faure, 2007).

Cependant, l'étude des Rhopalocères souffre d'une connaissance encore trop lacunaire en Algérie notamment dans la région de Tiaret.

La présente étude se veut une phase initiale d'accès à la connaissance sur les lépidoptères Rhopalocères en dressant la liste des espèces dans une région à faciès variable (région de Tiaret). Ses résultats devront mettre en évidence des répartitions des populations des espèces suivies par comparaisons inter-sites te permettre une extrapolation à plus large échelle pour contribuer à un état des lieux des Rhopalocères tant au niveau régional que national.



## 1. Généralités sur les papillons de jours

### 1.1. Taxonomie

La taxinomie des insectes est en pleine évolution, et les différentes classifications sont très disparates notamment concernant les sections situées entre les ordres et les genres.

Etymologiquement, les Lépidoptères sont des insectes dont les ailes (Pteros) sont couvertes d'écailles (Lépido). Ce sont des métazoaires triploblastiques cœlomates de forme filiforme appartenant à la division des Holométaboles, section des Néoptères, classe des Insectes, phylum des Arthropodes.

Sur la base de distinctions morphologiques (Tableau I), la plupart des lépidoptèresse regroupent en deux grandes catégories :

- Les Hétérocères ou « papillons nocturnes », sont plutôt de couleurs ternes, leurs antennes épousent des formes très variées. Ils ne volent qu'au crépuscule ou durant la nuit à l'exception des Zygènes (Mollier-Pierret, 2012). En position de repos, les ailes postérieures sont presque toujours entièrement ou partiellement cachées par les antérieures (Frahtia, 2002).Ce sous-ordre comprend de nombreuses super-familles et familles qui regroupent les pyrales, les teignes et les mites ;
- Les Rhopalocères, sous ordre dont le nom provient de ce que leurs antennes sont renflées en massue à l'extrémité, aux ailes à couplage amplexiforme, qui réunit l'ensemble des espèces de « papillons diurnes » (Ramade, 2008). Ce sont des insectes aux couleurs vives, de taille moyenne à grande, portant deux paires d'ailes membraneuses couvertes de minuscules écailles de couleurs vives, redressées verticalement au-dessus du corps au repos et jouant un rôle prépondérant dans la reproduction.

Cette classification qui peut sembler arbitraire, cependant elle est retenue dans plusieurs travaux pour des raisons de commodité.

**Tableau I:** Critères distinctifs entre Rhopalocères et Hétérocères (Source : Kacha, 2018)

<b>Rhopalocères</b>	<b>Hétérocères</b>
- Antennes presque toujours en massue.	- Antennes de formes variables, rarement en massue.
- Ailes antérieures et postérieures non solidaires en vol.	- Ailes antérieures et postérieures solidaires en vol.
- Couleurs des ailes, souvent vives et éclatantes.	- Couleurs des ailes, souvent ternes.
- Au repos, les ailes sont redressées ou à plat.	- Au repos, les ailes repliées sur l'abdomen.
- Période de vol restreinte aux moments ensoleillés.	- Certains sont diurnes, d'autres nocturnes.

La classification des Rhopalocères est basée sur des particularités liées aux pattes et à la forme des antennes. Ils présentent une grande variété de forme, de taille et de couleur. Chaque espèce est différente de sa voisine sous sa forme adulte, mais aussi par ses œufs, ses chenilles, ses chrysalides et ses cocons. Chacune passe par des étapes différentes, à des moments différents de l'année et chacune se nourrit de plantes différentes (Still, 1996).

On distingue 5 familles de Rhopalocères : Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae, Nymphalidae. La distinction entre les différentes familles se base essentiellement sur la nervation des ailes pour classer les espèces (Saidi, 2013).

Il est à noter qu'avec l'avènement des techniques modernes faisant appel à la génétique, une grande partie de l'histoire évolutive et de la classification des lépidoptères est reconsidérée. Cependant cette nouvelle classification phylogénétique n'est pas entièrement adoptée et fait l'objet d'une révision continue.

### **1.2. Le cycle de vie**

En général, le cycle complet d'un papillon dure le plus souvent de 3 à 12 mois, cependant les records extrêmes (21 jours et de 2 ans) sont enregistrés (Higgins et al., 1991).

Avant de devenir adulte, le papillon passe par trois états très différents (Œuf, chenille, chrysalide). On parle de métamorphose complète ou d'holométabolie (Verfaillie, 2014 ; Dozières et al., 2017). Le nombre de générations annuelles est variable selon les espèces. On parle d'espèces monovoltines ou plurivoltines (Gretia, 2009).

#### **1.2.1. L'œuf**

Après un accouplement qui peut durer de quelques minutes à plusieurs heures (Mollie-Pierret, 2012), la femelle pond des œufs un par un ou par petits groupes (figure 1) et plus rarement en masse, sur une ou plusieurs espèces de plantes appelées « plantes hôtes ». Cette plante servira ensuite de garde-manger aux chenilles. Les œufs sont de formes, de couleurs et de tailles très différentes en fonction des espèces. (Dozières et al., 2017).

La plupart des Rhopalocères pondent entre 100 et 300 œufs (Bergerot, 2016), qui après quelques jours ou au bout de tout un hiver pour certaines espèces, finissent par éclore pour donner naissance aux chenilles (Mollie-Pierret, 2012).



**Figure 1:** À gauche, œuf de la Piéride de la Rave, *Pieris rapae*. À droite, ponte de la Piéride du Chou, *Pieris brassicae*. © Bernard Schmeltz

### 1.2.2. La chenille

La chenille est le stade d'alimentation durant lequel l'individu doit accumuler le maximum d'énergie afin de se reproduire à l'état adulte. Aussi appelée larve, elle passe l'essentiel de son temps à manger. Elle multiplie plusieurs fois son poids en quelques semaines, ce qui l'oblige à muer régulièrement. Quatre à cinq mues successives sont nécessaires pour que la chenille atteigne son poids final (Dozières et al., 2017). Avant chaque mue, la chenille cesse de s'alimenter et s'immobilise. Les cellules de l'épiderme se multiplient jusqu'à former une seconde peau bien plus large. En aspirant de l'air, la chenille fait gonfler et éclater son ancienne peau dont elle se sépare (Mollier-Pierret, 2012).

Pour se déplacer, la chenille possède trois paires de pattes à l'avant du corps ainsi que cinq paires de « fausses pattes » à l'arrière. Les chenilles sont des proies faciles, aussi se défendent-elles soit par des piquants dorsaux, soit par camouflage. D'autres arborent au contraire des couleurs vives pour avertir de leur toxicité, ou modifient leur apparence pour effrayer les prédateurs (Dozières et al., 2017).

La durée du développement larvaire varie en fonction de la nourriture, de la température, du photopériodisme et parfois même selon le sexe. La vie larvaire peut durer de trois semaines à 9 mois chez les espèces qui hibernent sous forme larvaire (Beylagoun, 1998).

Le régime alimentaire des larves varie selon les espèces. Elles ont un régime alimentaire de type phytophage (Boneil, 2005). Certaines chenilles ont un régime alimentaire particulier de type aphytophage. Leur alimentation est à base de bouse, de cochenille, de farine, de fourmis, de cire, pollen, et autres aliments. Un petit nombre est de type parasitoïde (Warnau, 2011).



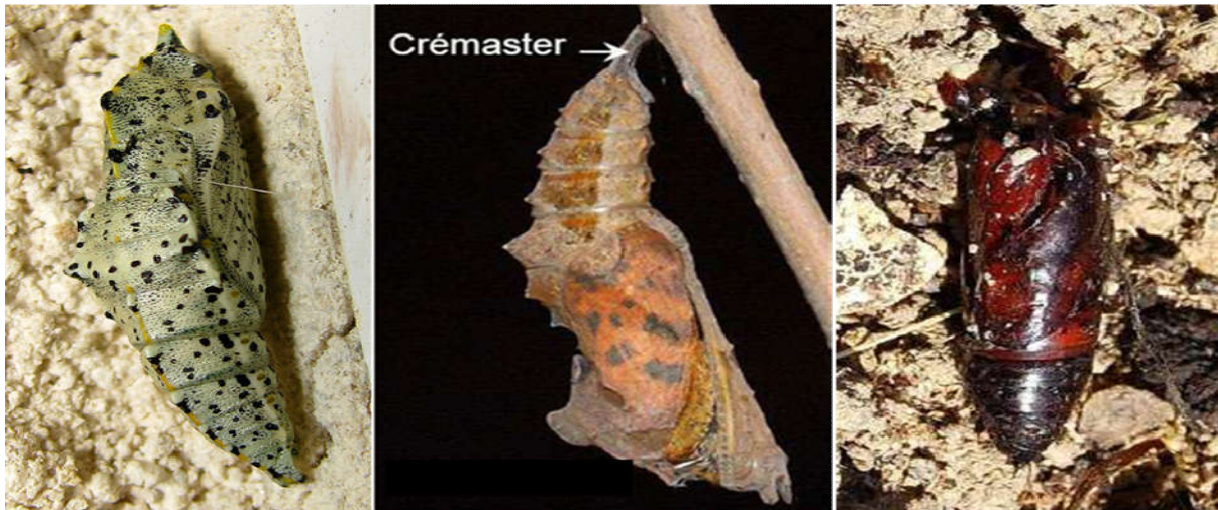
Figure 2: À gauche, chenille de *Pieris rapae*. À droite, chenille de *Pieris brassicae*. © Philippe Mothiron.

### 1.2.3. La chrysalide

La chrysalide est le troisième stade du cycle de vie d'un papillon. La chenille ayant atteint son poids final cesse de s'alimenter et se transforme en chrysalide. Elles présentent une grande diversité de formes et de couleurs. Certaines s'enterrent, d'autres restent à même le sol, d'autres encore se fixent à la végétation, sur des troncs ou des murs (Dozières et al., 2017).

Chez les Rhopalocères, elles sont aériennes et nues (Figure 3). Elles sont soit suspendues la tête en bas, retenues par le crémaster au coussinet soyeux préalablement tissé sur le support par la chenille soit fixées la tête en haut et entourée d'une soie circumthoracique. On peut aussi les trouver nues reposant simplement sur le sol (Frahtia, 2002).

Un phénomène particulier caractérise ce stade. Des enzymes de la chenille sont libérées pour « digérer » presque intégralement les tissus. Il s'ensuit un remaniement des organes. Le stade chrysalide peut durer de quelques jours à plusieurs mois, suivant les conditions climatiques et les espèces. Chez certaines d'entre elles, il arrive que le papillon reste en chrysalide plusieurs années (Bergerot, 2012 ; Dozières et al., 2017).



**Figure 3:** A gauche, chrysalide tête en l'air © James K. Lindsey. Au milieu, chrysalide tête en bas © Bernard Schmeltz. A droite, chrysalide nue sur le sol © Bernard Schmeltz

#### 1.2.4. Le papillon ou imago

De l'enveloppe de la chrysalide s'extirpe le papillon adulte, appelé aussi imago. C'est à ce stade que les individus des deux sexes se rencontrent et s'accouplent. La durée de vie du papillon varie de quelques jours à plusieurs mois selon les espèces (Wamau, 2004 ; Dozières et al., 2017).

En hivernant au stade adulte. Le nombre de générations annuelles varie d'une espèce à l'autre. Pendant l'hiver, les températures basses empêchent la plupart des insectes d'être actifs. Selon les espèces, cette période de léthargie se déroule à l'état d'œuf, de chenille, de chrysalide ou d'adulte. Les papillons que l'on voit voler dès les premiers beaux jours à la fin de l'hiver, comme la Petite Tortue ou le Paon du jour, sont des individus qui sortent d'hibernation et vont se reproduire (Dozières et al., 2017).

Le corps de l'imago est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les papillons adultes se distinguent des autres insectes par deux caractéristiques principales : leurs pièces buccales en forme de trompe et leurs quatre ailes membraneuses recouvertes d'écailles (Tolman et Lewington, 2014).

Leur tête porte une paire d'yeux composés de milliers de petites facettes appelées ommatidies qui jouent chacune le rôle d'un petit œil et captent une fraction du signal visuel. Leur tête possède aussi une paire d'antennes sensibles aux odeurs et permettent de différencier les papillons de jour (Rhopalocères) des papillons de nuit (Hétérocères) (Dozières et al., 2017).

Les antennes des papillons de nuit peuvent prendre des formes très variables, parfois plumeuses, en forme d'antennes de télévision, ou au contraire filiformes. Elles sont généralement plus développées chez les mâles, afin d'augmenter leurs capacités olfactives pour percevoir les phéromones émises par les femelles. Les papillons de jour, eux, possèdent

des antennes filiformes terminées par une boule, on dit qu'elles sont en forme de massue (claviformes) (Figure 4).



**Figure 4:** Différents types d'antennes chez les papillons. Source : <https://cctnature.wixsite.com>

Les papillons sont dotés d'un appareil buccal de type suceur-lécheur qui n'existe qu'à l'état adulte, constituée de deux gouttières formant un canal servant à aspirer la nourriture (Tanguy, 2015). Leur régime alimentaire est constitué exclusivement de liquides, généralement du nectar, mais aussi des liquides pompés sur des fruits en décomposition. Chez certaines espèces de papillons de nuit cette trompe est atrophiée, l'adulte devra donc vivre sur les réserves emmagasinées au stade de chenille (Dozières et al., 2017).

Le thorax, partie centrale, se compose de trois segments : Le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Il comporte trois paires de pattes et deux paires d'ailes sur lesquelles sont présents des ocelles, ronds colorés dont le nombre et la couleur sont caractéristiques de chaque espèce (Dozières et al., 2017).

Dans l'abdomen, on retrouve l'appareil digestif, les ganglions nerveux et le cœur. Les organes reproducteurs sont situés à l'extrémité de l'abdomen. Enfin, l'abdomen porte de nombreux petits trous appelés stigmates permettant la respiration (Dozières et al., 2017).

### **1.3. Ecologie**

#### **1.3.1. Habitat**

Les papillons présentent une grande amplitude d'habitats. La convenance de l'habitat dépend de nombreux facteurs tels que : La nature du sol, l'altitude, la température, l'ensoleillement ou l'ombre (Espèces sciaphiles) et surtout la distribution des végétaux (Leraut, 1992).

Les milieux herbeux ensoleillés sont souvent très riches en espèces. Les pelouses calcaires, en raison de leur diversité floristique, sont des « spots » particulièrement intéressants pour l'observation des papillons de jour. De même, les lisières forestières, les layons et les clairières sont des lieux privilégiés car ils permettent d'observer à la fois les espèces des milieux ouverts et ceux des habitats boisés adjacents. Les zones urbanisées et les jardins peuvent attirer une diversité assez significative d'espèces. Certains papillons ne se rencontrent pratiquement qu'à proximité des villes. Les zones agricoles sont généralement moins propices aux papillons, mais on peut néanmoins y observer une assez grande variété d'espèces au moment de floraison des plantes cultivées (Carriere, 2013).

#### **1.3.2. Territorialité et reproduction**

C'est un phénomène observé uniquement chez certains Rhopalocères. La territorialité consiste, pour un mâle, à s'approprier un territoire duquel tout autre individu mâle, voire d'autres insectes en vol, seront chassés. Les joutes donneront lieu à des courses poursuites ou à des coups d'ailes, pour mettre en fuite le malvenu. Une fois l'intrus mis dehors, le propriétaire des lieux regagnera son perchoir pour y surveiller l'arrivée d'une femelle. Ce caractère territorial s'observe chez certaines espèces comme le Robert-le-Diable, le Paon-du-jour, la Sylvaine, le Sylvain azuré, la Thécla de la ronce, la Lucine ou le Cuivré fuligineux. Chez d'autres espèces, le mâle se contente de parcourir les territoires potentiellement intéressants pour les femelles, à la recherche d'une partenaire. Ainsi, il est fréquent d'observer les mâles de Citron voler rapidement le long des lisières et des chemins forestiers, ou l'Aurore traverser les prairies humides à cardamines. Une fois la partenaire trouvée, un long jeu de parade se met en place. Pendant cette phase et en fonction de l'espèce, mâle et femelle peuvent prendre leur envol et monter à plusieurs dizaines de mètres de hauteur en dessinant des tourbillons (citrons, Paon-du-jour). Chez d'autres espèces, la femelle, posée dans le feuillage, se contente d'émettre ses phéromones pour attirer les mâles. Ceux-ci lui tournent autour et, après une série d'acrobaties aériennes, se posent généralement près d'elle pour procéder à l'accouplement. Les papillons sont très vulnérables pendant cette phase qui peut durer de quelques minutes à plusieurs heures (Dozières et al., 2017).

#### **1.4. Bio indication**

Les papillons sont reconnus en tant que bioindicateurs des milieux terrestres et de la qualité de l'habitat, d'où leur rôle établi dans la surveillance biologique et la conservation (Nelson et

Andersen, 1999 ; Koh, 2007). Plusieurs études ont démontré leur pertinence pour l'évaluation de l'état d'un milieu ou de son évolution (New, 1997 ; Kitching et al., 2000 ; Zscholke et al., 2000 ; Miller et al., 2011 ; Maciejewski, 2012).

Les papillons ont l'avantage d'être particulièrement bien caractérisés (Ehrlich, 2003), et ils sont charismatiques (New et al., 1995). Les papillons contribuent aux processus écosystémiques terrestres tels que la pollinisation et, parce qu'ils se nourrissent de matériel végétal, jouent un rôle dans le transfert de matériel végétal vers des niveaux trophiques supérieurs (Tallamy, 2004). Ils peuvent être des indicateurs pertinents de la présence de taxons végétaux particuliers (Sparrow et al., 1994).

Ils ont été utilisés comme indicateurs pour la conservation du paysage (Brown et Freitas, 2000), les impacts de l'exploitation forestière (Cleary, 2004), pour étudier les types de zones humides (Sawchick et al., 2005), et comme indicateurs dans le suivi de la restauration (Hammond, 1995 ; Lomov et al., 2006).

Les papillons sont enfin des indicateurs des perturbations causées par les changements climatiques, comme l'étude de Parmesan et al. (1999) l'a montré. Sur une cinquantaine d'espèces non migratrices d'Amérique-de-Nord, d'Europe et de Grande-Bretagne, dont les populations ont été évaluées entre 1950 et la fin du 20e siècle, les auteurs ont noté un déplacement moyen de l'aire de répartition d'environ 120 km en moyenne vers le Nord, ce qui correspond à 10% près à ce que donnent les courbes isothermiques.



## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

L'étude est menée dans la région de Tiaret située dans le nord-ouest Algérien à 340 km de la capitale Alger. Etalée sur une superficie de 20399,10 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par les wilayas de Tissemsilet et Relizane, au sud par Laghouat et El-Bayadh, à l'ouest par Mascara et Saida et à l'est par Djelfa. Cette région se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Elle est constituée de zones montagneuses au Nord, de Hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au sud (Achir et Benchaben, 2016).

L'occupation du sol est caractérisée par une faible présence des terres forestières qui couvrent une superficie de 154 200 Ha soit un taux de boisement estimé à seulement 8 % et qui est inférieur à la moyenne nationale. Ces terres appartiennent aux monts de Frenda semi-aride localisées à l'Est de la wilaya. Les terres de parcours et les terres agricoles, situées au niveau des hautes plaines et plateaux, occupent respectivement 1 065 198 Ha et 745 619 Ha soit 53 % et 37% de la superficie de la wilaya. Le reste du territoire est occupé par les terres improductives sur une superficie de 46 378 Ha soit 2 % de la superficie totale de la wilaya (D.G.F., 2009).

Le climat de la région de Tiaret est du type méditerranéen. Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais. Deux périodes caractérisent son climat : un hiver rigoureux et un été chaud et sec. En période normale la wilaya de Tiaret reçoit 300 à 400 mm de pluies par an, avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157 mm en hiver à 31 mm en été (Achir et Benchaben, 2016).

Sur le plan géologique, le substratum géologique de la région de Tiaret est composé de plusieurs couvertures: le Plio-Quaternaire, le Miocène (inférieur, moyen et supérieur), l'Oligo-Miocène, l'Eocène calcaire, crétacé (inférieur, moyen et supérieur), le Jurassique (inférieur, moyen et supérieur) et le Trias (Miara, 2017).

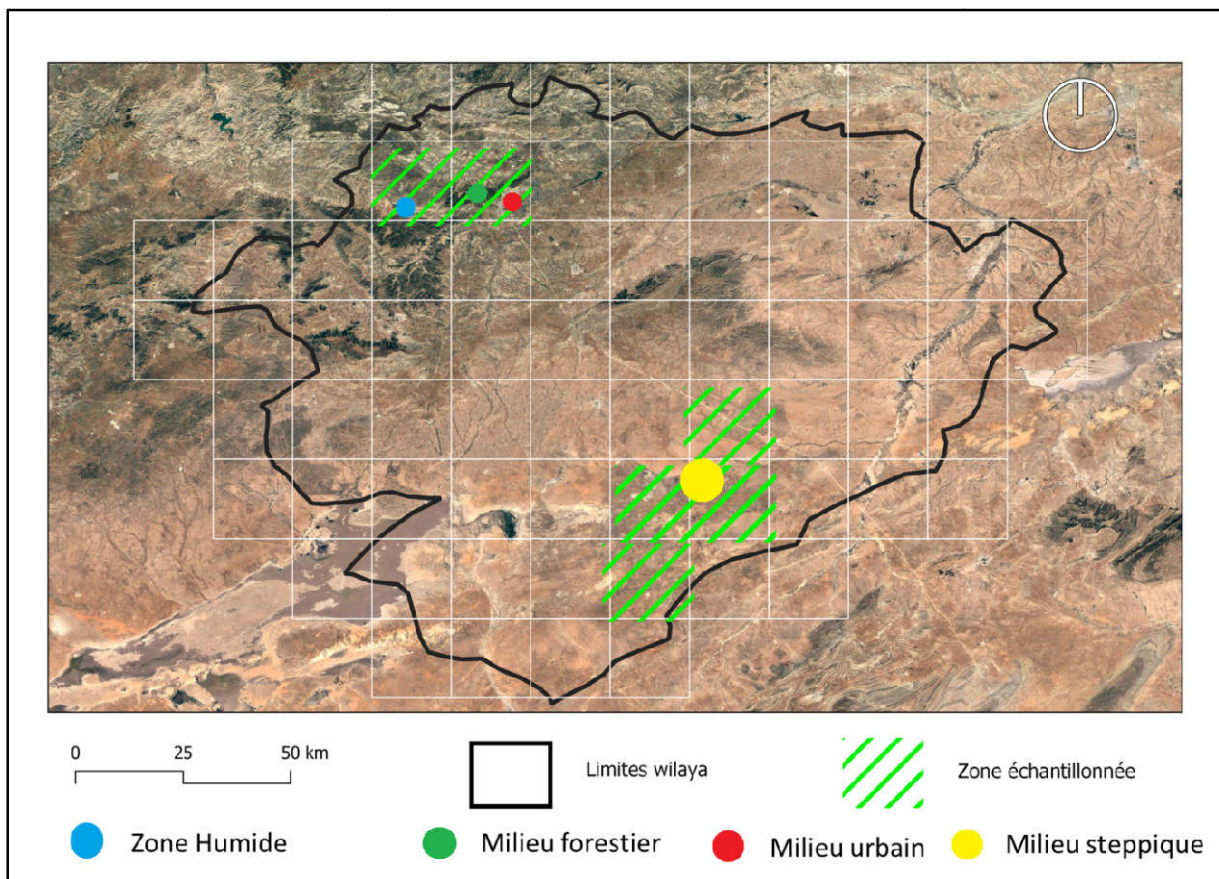
Concernant la pédologie, Tiaret est au centre d'un bassin tertiaire dans lequel dominent les terrains argilo-sableux et marno-calcaires, ce qui en fait le centre d'une région agricole importante (Duvignaud, 1992) avec prédominance des sols calcaire sur l'ensemble du territoire.

En matière de ressources d'hydrographie, la région de Tiaret recèle d'importantes potentialités provenant de plusieurs origines. Le réseau hydrographique régional compte trois bassins versants drainant : le bassin d'oued Mina, le bassin d'oued Nahr Ouassel ainsi que le bassin d'oued Tiguiguest, oued Tlilate et son prolongement oued Temda (Miara, 2017).

## 2.2. Sites retenus

Le choix des sites a été fait en fonction de la typologie des habitats de la région de Tiaret et de leur accessibilité. La notion d’habitat utilisée dans le cadre de notre étude se réfère à la définition de Bensettiti (2002) comme une : « zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu’elle soit entièrement naturelle (primaire) ou semi-naturelle (secondaire). Il est, la plupart du temps, identifié sur la base de sa physionomie et sa structure végétale ».

Nous avons à ce titre, retenue quatre habitats différents à savoir une zone humide, une formation forestière, un milieu urbanisé et une formation steppique (carte1). Trois habitats sont situés dans la partie Nord et un seul habitat dans la partie sud. Comme souligné ci-dessus, l’accessibilité était un facteur déterminant dans le choix définitif des sites de prospection.



**Figure 5:** Localisation des sites d'étude.

### 2.2.1. Habitat forestier : Canton Djebel Guezoul

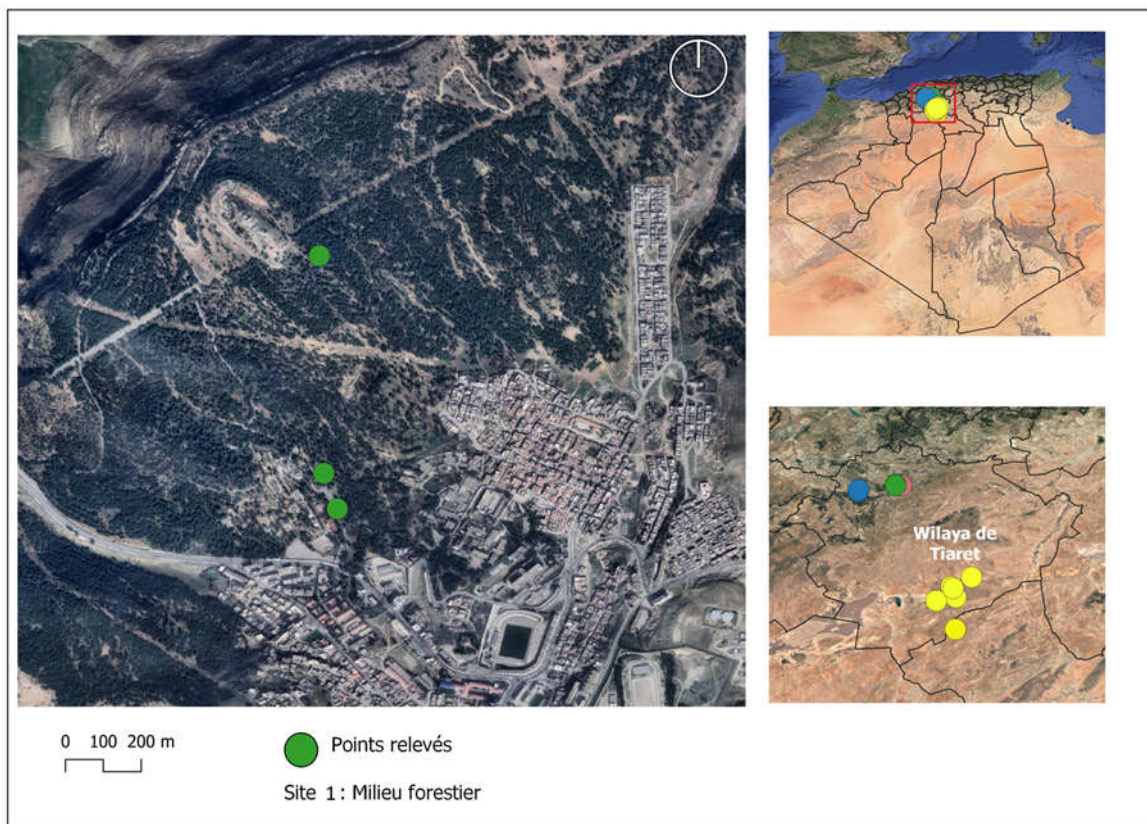
Les monts de Tiaret sont représentés essentiellement par la région appelée « Massif de Guezoul » comportant plusieurs montagnes et cantons dont celui de Djebel Guezoul d’une superficie de 279 h. Il est constitué par un alignement de collines d’altitude moyenne de 1000 m, le point culminant est à 1228 m. Le relief est d’aspect massif très accidenté avec des

versants raides et fortement entaillés par de profonds ravins. Les pentes sont supérieures à 15%.

Le massif de Guezoulest dominé par des sols décarbonatés de nature sableuse. Il présente des sols silico- calcaire moyennement profonds sur environ 130 ha, argileux sur 80 ha, et siliceux sur tout le reste(Miara, 2011).Le pin d'Alep, le chêne vert et le genévrier oxycèdre sont les principales essences forestières caractérisant ce canton (figure 6). Les relevés effectués dans cet habitat sont illustrés dans la figure 7.



**Figure 6:** Djebel Guezoul \_ Formation forestière à dominance de Pin d'Alep.



**Figure 7:** Localisation des points relevés dans l'habitat forestier

### 2.2.2. Habitat zone humide : Barrage de Bakhadda

Le barrage de Bakhadda (figure 8), avec une capacité de 45 millions de m<sup>3</sup> est l'un des premiers barrages en enrochements construit en Algérie. Il devait répondre à des besoins d'approvisionnement en eau potable des villes en aval et des besoins agricoles par le développement de l'irrigation. Bakhadda est situé sur le cours supérieur de la Mina qui prend sa source dans les monts de Frenda pour confluer avec l'oued Chélif après un parcours de 125 km. Le bassin versant de l'oued Mina sur lequel est implanté le barrage de Bakhadda est constitué en grande partie de terrains argilo-marneux (Medjber, 2011). Le bassin de l'Oued Mina est exposé à un climat semi-aride méditerranéen. La localisation des points relevés est illustrée sur la figure 9.



Figure 8: Habitat zone humide \_ Barrage de Bakhadda.

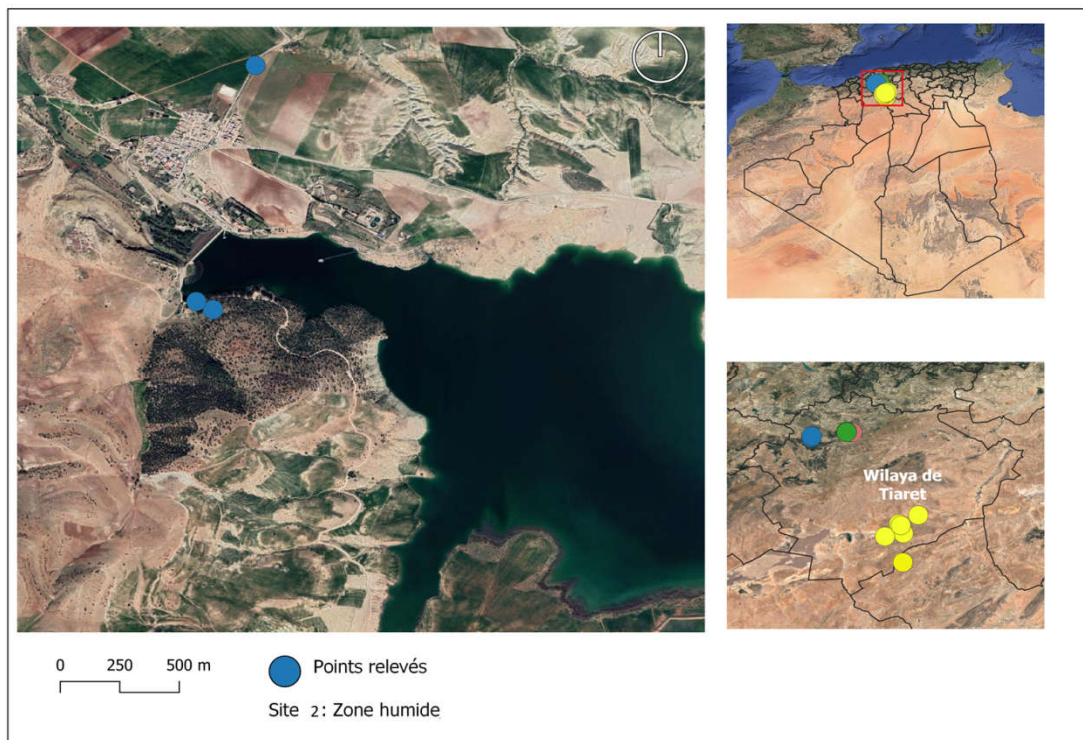


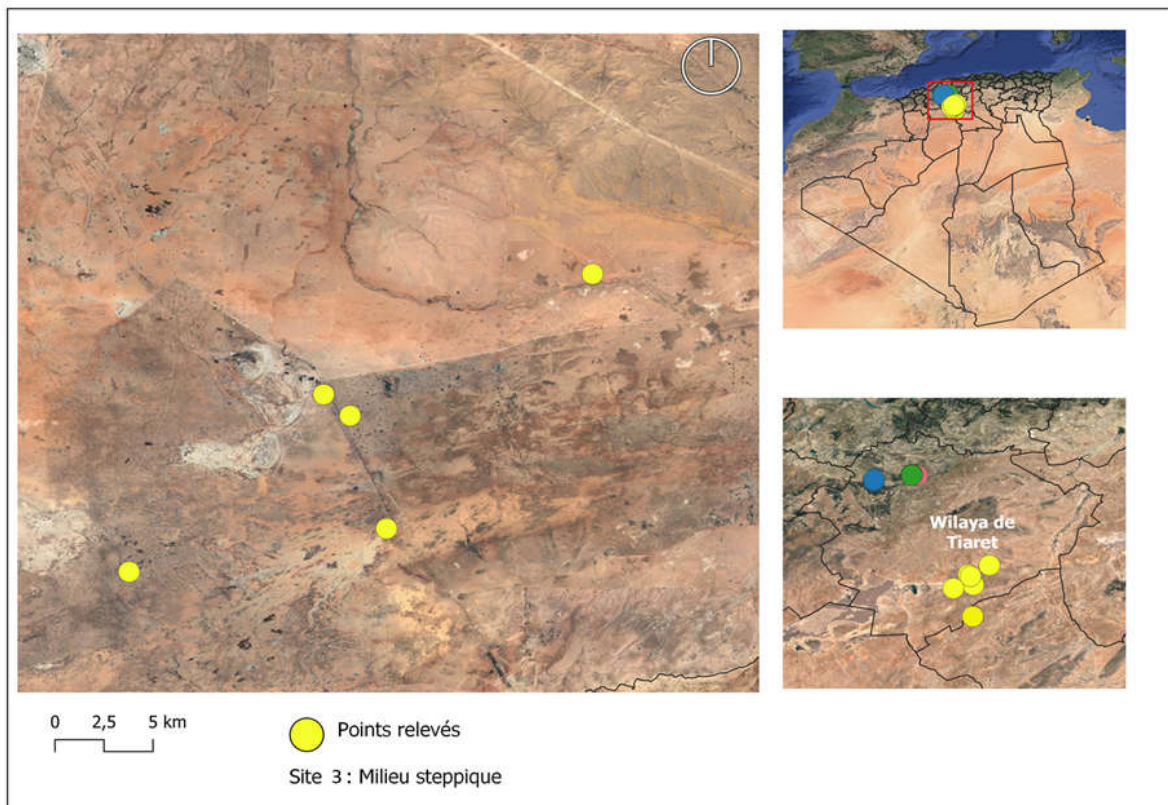
Figure 9: Localisation des points relevés dans l'habitat zone humide.

### 2.2.3. Habitat steppique : In Dheb

La région d’In Dheb occupe la partie méridionale Sud qui appartient aux hauts plateaux, à une altitude de plus de 1100m. Elle se situe à 70 Km du chef-lieu de la wilaya et couvre une surface de 5215 Km<sup>2</sup>. La végétation d’In Dheb à l’instar des zones steppiques de la région de Tiaret est typique des écosystèmes semi-arides. On y rencontre divers groupements végétaux : les steppes à alfa, les steppes à armoise blanche, une végétation de type psamophytes, ... etc (Figure 10). Cette région est caractérisée par une forte contrainte climatique (insuffisance des pluies, vents violents et parfois chauds) et édaphique (sols vulnérables, minces et pauvres en matières organiques).La répartition des points relevés figure dans la figure 11.



**Figure 10:** Exemple de végétation steppique de la région de In Dheb.



**Figure 11:** Localisation des points relevés dans l'habitat steppique.

### 2.2.4. Habitat urbain : Karman

L'habitat urbain retenu est le centre universitaire de Tiaret qui est un établissement à vocation d'enseignement supérieur et de recherche universitaire fondé en 1980 (figure 12). La présence d'espaces verts en milieu urbain, quels qu'ils soient, offre potentiellement des zones refuges potentielles pour de nombreuses espèces plus particulièrement les insectes.

C'est sur cette base que fut échantillonnées les allées du centre universitaire de Tiaret composées de diverses espèces ornementales. Les points relevés sont illustrés dans la figure 13.



Figure 12: Allées végétalisées du Centre Universitaire Tiaret (source : site web université de Tiaret).

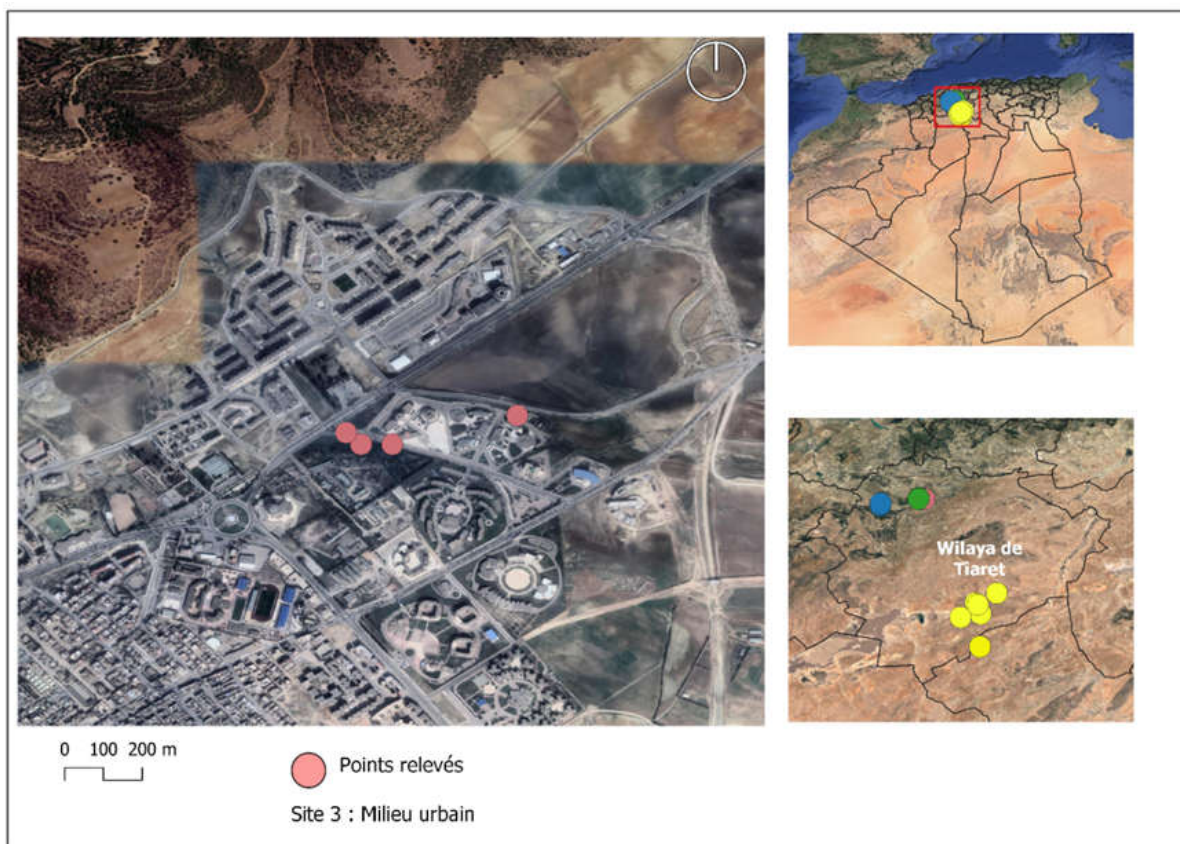


Figure 13: Localisation des points relevés dans l'habitat urbain

### 2.3. Méthode d'inventaire des papillons

La méthode des Transects linéaires a été retenue pour l'inventaire des papillons (figure 14). Elle constitue la principale méthode d'échantillonnage des programmes de surveillance des papillons. Elle consiste à compter visuellement (pour les spécialistes) ou par captures et/ou photographies (débutants) des imagos le long d'un itinéraire fixe parcouru régulièrement tout au long de la période d'apparition des espèces (Pollard et Yates, 1993). La simplicité du comptage le long des transects et la génération de données robustes sont les facteurs déterminants qui ont conduit au choix de cette méthode (Van Swaay et al., 2008).

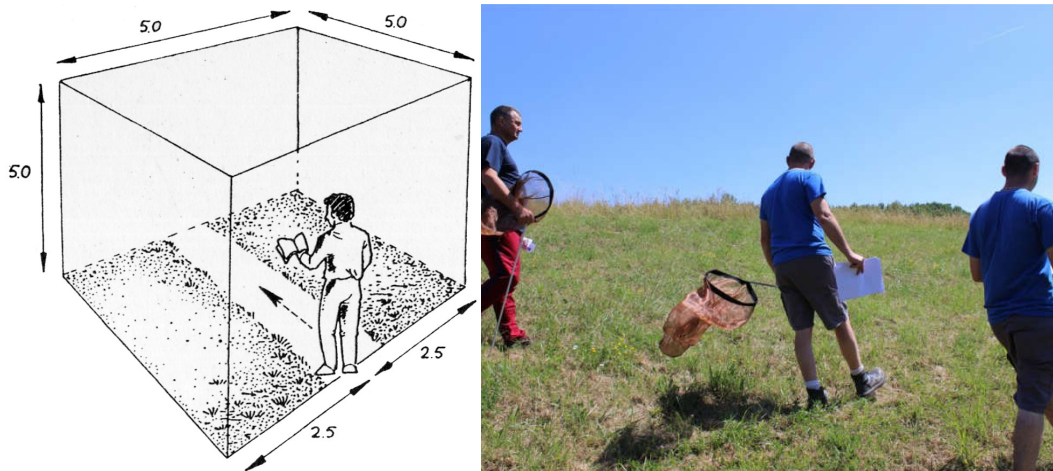
L'itinéraire est constitué d'un ensemble de lignes plus ou moins droites avec un espacement d'au moins 50 m pour éviter les doubles comptages. La forme et la longueur de chaque transect dépend du type d'habitat et des facteurs du milieu notamment l'homogénéité et l'accessibilité. L'utilisation des tronçons (sections) de 100 à 200 m est préconisée car ceci correspond à un effort jugé adéquat pour relever suffisamment d'individus dans des milieux pauvres et optimiser le temps alloué au travail. Les sections permettent de garder plus facilement une vue d'ensemble et offrent des possibilités supplémentaires d'analyser les résultats. Des repères naturels et/ou artificiels sont utilisés pour matérialiser les transects. L'utilisation de GPS et de supports cartographique permet de se repérer aisément sur le terrain.

La gestion du temps est indispensable. L'allure doit être régulière pour ne pas compter plusieurs fois les mêmes individus. Une vitesse moyenne d'environ 2 km/h est optimale.

Ces parcours permettent de compter les papillons compris dans un cube virtuel de 5 m de côté le long de chaque transect. Les papillons qui se trouvent de part et d'autre de l'observateur à raison de 2.5 m sont comptabilisés.

L'ensemble des transects identifiés feront objet de deux passages hebdomadaires espacés de 5 jours afin d'optimiser la détection des espèces. La période d'échantillonnage s'étalera sur deux mois (mai- juin). Les horaires auxquelles les relevés sont effectués dépendent fortement des conditions climatiques (temps clair, relativement chaud, et peu de vent).

Les papillons sont plus actifs aux heures centrales de la journée lorsque le soleil se réchauffe et permet le vol des papillons. Cela signifie généralement entre 3 heures avant et 3 heures après que le soleil ait atteint son point culminant. Dans des situations exceptionnellement chaudes, ces heures peuvent être prolongées d'une heure supplémentaire des deux côtés et dans certaines régions, les heures centrales de températures les plus élevées doivent être évitées en été.

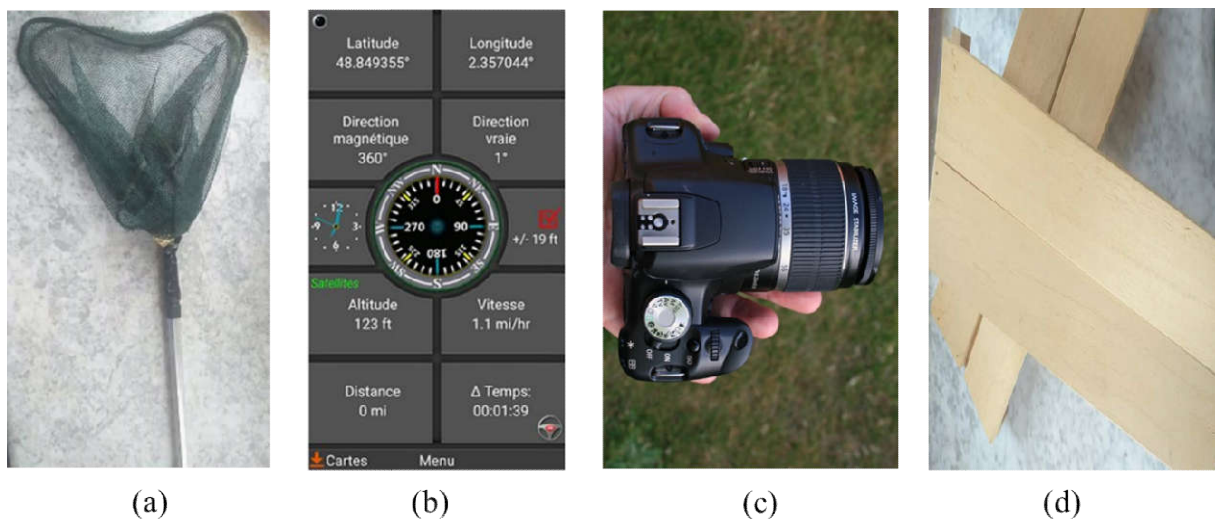


**Figure 14:** A gauche, illustration de la démarche d'inventaire (source : Dutch Butterfly Conservation). A droite photo illustrant la mise en pratique sur le terrain.

Tous les Rhopalocères présent sont majoritairement identifiés à vue. Les individus dont l'identification est douteuse sont capturés au filet et seront déterminés soit directement dans la poche du filet soit dans un tube en plastique transparent à la fin du transect.

Les observations effectuées sur le terrain sont transcrites sur une fiche de terrain standardisée (voir annexe). Les variables du milieu ont fait objet d'un (01) relevé par Transect pour aider à décrire la structure, la composition et l'état de conservation de chaque habitat.

La figure ci-après illustre le matériel accessoire utilisé lors des campagnes de terrain.



**Figure 15:** a- Filet à papillon, b- Smartphone GPS Android, c-Appareil photo, d- Etaloir.



## **2.4. Traitement des données**

### **2.4.1. Structure et composition du peuplement de Rhopalocères**

#### **2.4.1.1. Richesses**

La richesse est l'indice de diversité le plus simple. Elle est le nombre de catégories différentes présentes dans le système étudié. Elle peut être obtenue simplement à partir de données de présence/absence (Gosselin et Laroussinie, 2004). Cet indice traduit la «capacité» d'accueil du milieu (Monteiro et *al.*, 1990).

Pour la présente étude nous avons retenu :

##### **2.4.1.1.1. La Richesse totale**

Elle correspond au nombre total d'espèces contactées au moins une fois, dans l'ensemble des relevés réalisés. Pour notre cas nous avons jugé utile d'inclure en plus de nos données, celles existantes dans la littérature plus particulièrement dans la base de données GBIF pour une meilleure analyse.

##### **2.4.1.1.2. La Richesse ponctuelle**

La richesse ponctuelle consiste à ramener la richesse spécifique à l'échelle de l'habitat. Elle reflète le nombre total des espèces contactées par site. Cet indice semble être le paramètre le plus fiable pour des comparaisons inter-stationnelles (Beisel et *al.*, 1998), sous réserve que les échantillons aient toujours la même taille (Ludwig et Reynolds, 1988).

##### **2.4.1.1.3. La Richesse patrimoniale**

Ce paramètre prend en considération le statut de protection des espèces de Rhopalocères recensées en se référant à la législation nationale et/ou internationale.

#### **2.4.1.2. Diversité taxonomique**

La diversité taxonomique traduit la variété des espèces dans une communauté. Elle se rapporte à la représentation de taxons de rang inférieur au sein d'un niveau taxonomique supérieur (Jastrzębska et *al.*, 2011). Dans notre cas, elle est exprimée par le nombre d'espèces par famille et par genre.

### **2.4.2. Indice de similitude**

Pour la comparaison des peuplements de Rhopalocères des différents sites et juger de leur degré de similitude, nous avons procédé à une classification ascendante hiérarchique (CAH) en utilisant la méthode de la distance moyenne entre classes.

La CAH requiert le calcul d'un coefficient de similitude (ou de dissimilitude) entre les paires d'entités à classer. Nous avons opté pour le coefficient de communauté de Jaccard qui mesure les écarts selon un critère qualitatif (présence/absence). Le calcul a été effectué sous SPSS.

La formule de l'indice de Jaccard, ou indice de communauté, entre les éléments « i » et « j » s'écrit comme suit (Legendre et Legendre, 1998):

$$J_{i,j} = \frac{a}{(a + b + c)}$$

a = nombre d'éléments présents simultanément en i et j

b = nombre d'éléments présents uniquement en i

c = nombre d'éléments présents uniquement en j

L'indice de Jaccard varie entre 0 et 1, [0] lorsque « les deux modalités sont totalement différentes en termes de composition » et [1] lorsque « les deux modalités sont identiques en termes de composition ».

### 2.4.3. Analyse spatiale

Une meilleure connaissance de la répartition des espèces ainsi que de leur évolution dans le temps permet de mieux évaluer l'état de conservation des différentes espèces présentes dans un milieu.

Dans notre cas l'analyse de la répartition est abordée à travers l'outil cartographique pour la production d'un atlas où la distribution de chaque composante (synécologique ou autécologique) est présentée par une carte lisible. Le logiciel QGIS version 3.18 a été utilisé pour construire la base de données géospatiales et produire les documents cartographiques.

### 3. Résultats et interprétation

#### 3.1. Analyse globale

Pour une meilleure analyse des résultats de la présente étude, nous avons jugé utile d'associer les données existantes sur les rhopalocères de la région de Tiaret dans une analyse globale. A ce titre nous avons intégré les données du Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Le GBIF fournit aux institutions détentrices de données du monde entier des standards communs et des outils « open source » permettant de partager l'information sur les espèces observées. Il regroupe des centaines de millions d'enregistrements d'occurrence d'espèces et permet aux scientifiques et aux chercheurs de réutiliser ces données dans des publications scientifiques. Les données sont accessibles sur la plateforme du site via le lien (<https://www.gbif.org>).

Notre inventaire a permis de recenser treize (13) espèces de Rhopalocères dont six (06) espèces sont communes avec celles déjà existantes dans la base du GBIF. Il s'agit de : *Lycaena phlaeas* ; *Coenonympha pamphilus* ; *Vanessa cardui* ; *Pararge aegeria* ; *Pieris rapae* et *Colias croceus*

Par ailleurs, l'inventaire a permis d'enrichir la base de données du GBIF avec sept (7) nouvelles mentions d'espèces (Tableau II). Il s'agit de : *Tomares mauretanucus* ; *Tarucus theophrastus* ; *Iphiclides feisthamelii* ; *Pontia daplidice*, deux espèces appartenant à la famille des Hesperidae et une espèce appartenant à la famille des Lycaenidae dont l'identification du rang spécifique n'a pu être effectuée.

**Tableau II:** Comparaison des résultats de l'étude avec les données de la GIBD.

Espèces communes avec les données de la GBIF (06 espèces)	Espèces exclusives à la présente étude (07 espèces)	Espèces exclusives à la GBIF (08 espèces)
- <i>Lycaena phlaeas</i>	- ND*_1 ( <i>Hesperidae</i> )	- <i>Lampides boeticus</i>
- <i>Coenonympha pamphilus</i>	- ND*_2 ( <i>Hesperidae</i> )	- <i>Aricia cramera</i>
- <i>Vanessa cardui</i>	- <i>Tomares mauretanucus</i>	- <i>Maniola jurtina</i>
- <i>Pararge aegeria</i>	- <i>Tarucus theophrastus</i>	- <i>Lasiommata megera</i>
- <i>Pieris rapae</i>	- <i>Iphiclides feisthamelii</i>	- <i>Papilio machaon</i>
- <i>Colias croceus</i>	- <i>Pontia daplidice</i>	- <i>Pieris brassicae</i>
	- <i>Lycaena sp</i>	- <i>Gonepteryx cleopatra</i>
		- <i>Vanessa atalanta</i>

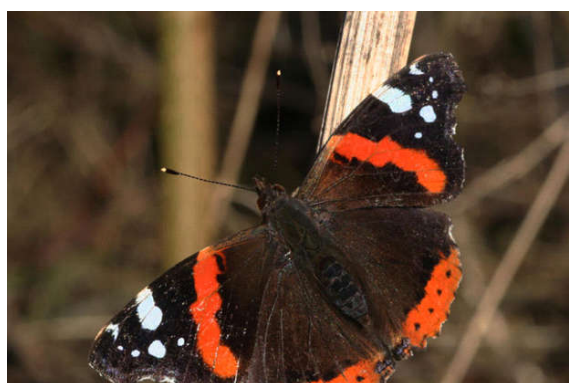
\*ND = Rang « Espèce » Non Déterminé

Ainsi, les résultats consolidés sur les Rhopalocères de la région de Tiaret font état d'une richesse spécifique totale consolidée de vingt-et-un (21) espèces (Tableaux II). Ceci constitue 17,5 % du total des espèces recensées en Algérie, qui en compte 120 espèces connues d'après Tennent (1996).

Quatre espèces (*Colias croceus* ; *Iphiclides feisthamelii* ; *Papilio machaon* ; *Vanessa atalanta*) (Figure 16) sont protégées à l'échelle nationale par le décret exécutif n° 12-235 du 3 Rajab 1433 correspondant au 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées.



*Iphiclides feisthamelii*  
(Cliché présenteEtude 08/06/2021)



*Vanessa atalanta*  
(© Kars Veling)



*Colias croceus*  
(Cliché présenteétude)



*Papilio machaon*  
(© Kars Veling)

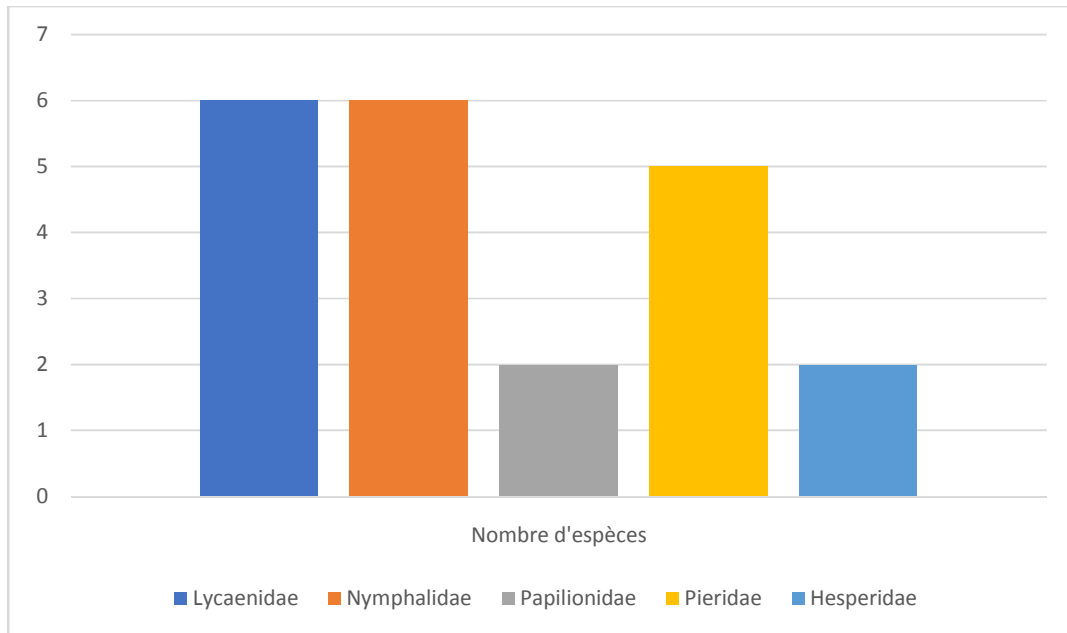
06/05//2021

8

**Figure 16:** Illustrations des espèces protégées inventoriées dans la région de Tiaret.

Sur le plan taxonomique, les espèces de Rhopalocères de la région de Tiaret sont réparties sur cinq (5) familles (Figure 17) et dix-huit (18) genres différents dont deux (2) non identifiés (Figure

18). Les familles des Lycaenidae et des Nymphalidae sont les plus représentatives avec six (6) espèces suivies par les Pieridae avec cinq (5) espèces. Les familles des Hesperidae et des Papilionidae sont représentées par deux (2) espèces chacune.



**Figure 17:** Diversité taxonomique – Répartition par Famille.

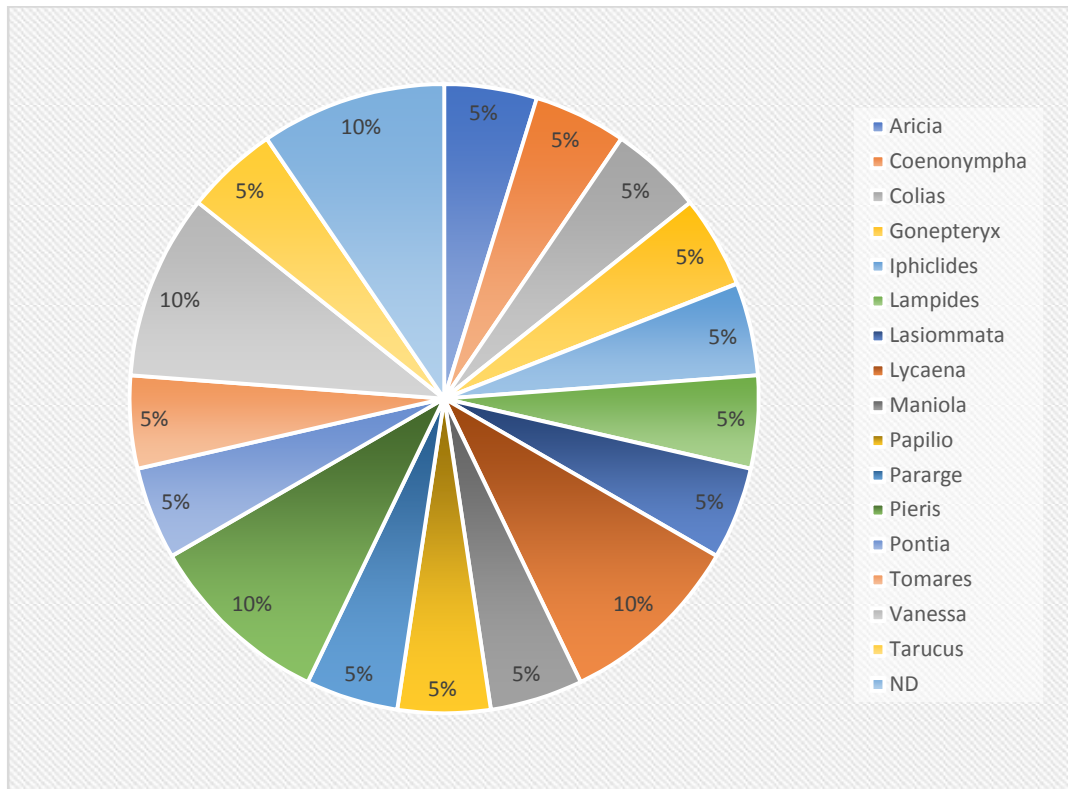
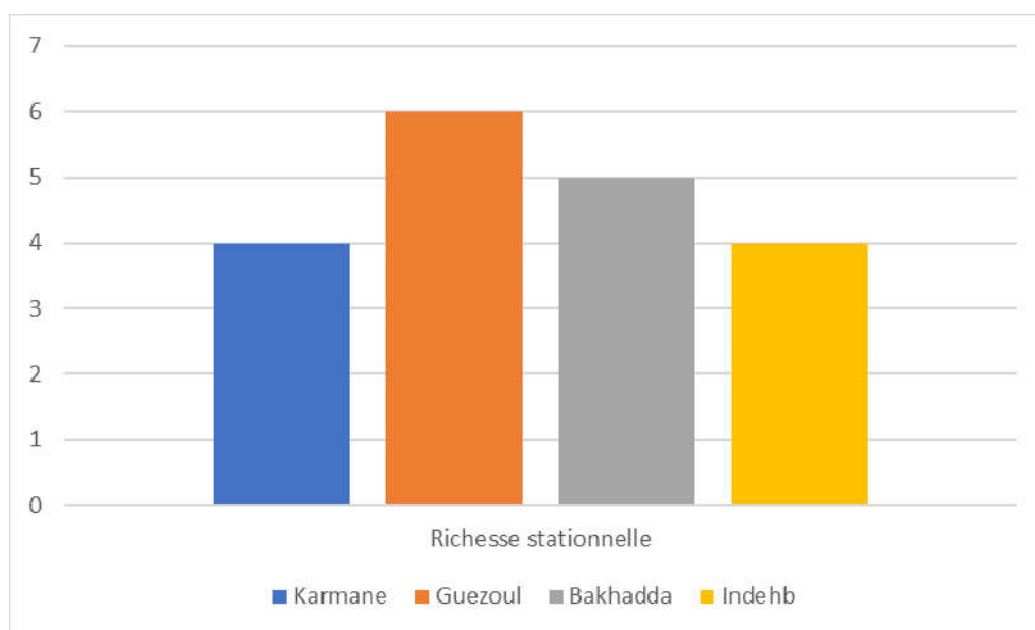


Figure 18: Diversité taxonomique - Répartition par Genre.

### 3.2. Analyse par Habitat

#### 3.2.1. Diversité et composition du peuplement de Rhopalocère

Les relevés effectués nous ont permis de recenser 13 espèces de Rhopalocères réparties sur les différents habitats échantillonnés. La composition en rhopalocère des différents habitats ne présente pas de différences significatives (test de Kruskal-Wallis,  $\alpha = 0,05$ ). Les richesses totales par habitat sont voisines. La richesse spécifique enregistrée dans l'habitat forestier (Dj. Guezoul) est légèrement plus élevée avec six (06) espèces, suivi par l'habitat zone humide (Bakhadda) avec 5 espèces, et les habitats urbain (Karman) et steppe (In Dheb) avec quatre (04) espèces chacun (Figure 19).



**Figure 19:** richesse spécifique par habitat.

Les données de présence/absence montrent deux espèces (*Pieris rapae*, *Pontia daplidice*) communes à trois types d'habitats. Deux autres espèces (*Lycaena phlaeas*, *Tarucus theophrastus*) ont été observées simultanément dans deux types d'habitats. Le reste des observations se limitent à un seul site. Aucune espèce n'est commune à l'ensemble des sites (Tableau III).

**Tableau III:** Richesse spécifique par habitat (données présente étude).

Espèce	Karman	Dj.Guezoul	Bakhadda	In Dheb
<i>Coenonympha pamphilus</i>	0	1	0	0
<i>Colias croceus</i>	1	0	0	0
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	1	0	1	0
<i>Lycaena phlaeas</i>	0	1	1	0
<i>Pararge aegeria</i>	0	1	0	0
<i>Pieris rapae</i>	1	1	1	0
<i>Pontia daplidice</i>	0	1	1	1
<i>Tomares mauretanicus</i>	0	0	0	1
<i>Tarucus theophrastus</i>	0	1	0	1
<i>Vanessa cardui</i>	1	0	0	0

<i>ND*_2 (Hesperidae)</i>	0	0	0	1
<i>ND*_1 (Hesperidae)</i>	0	0	1	0
<i>Lycanea sp</i>	0	0	0	1

### 3.2.2. Comparaison entre habitats

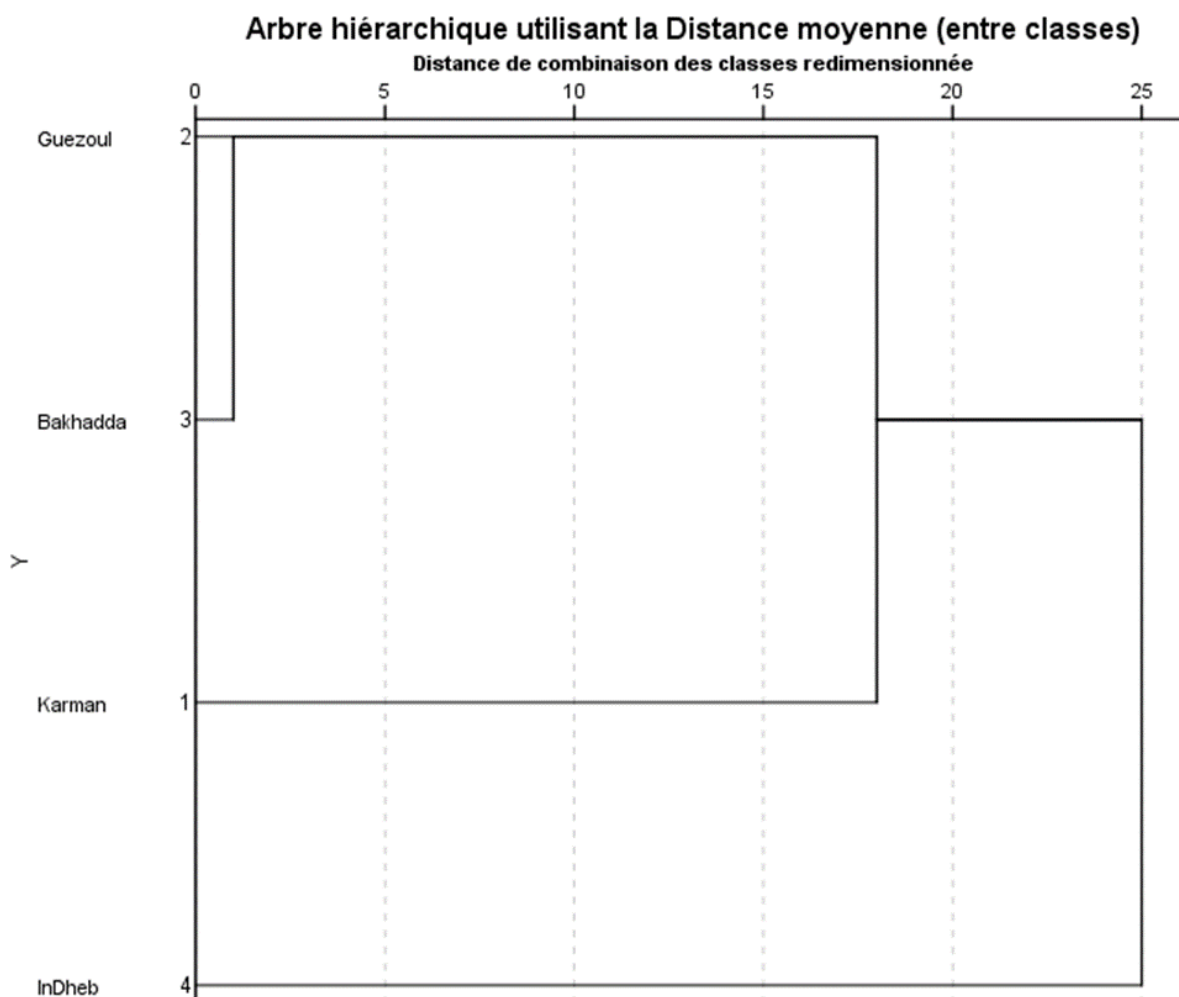
La comparaison des différents habitats (Tableau IV ;Figure 20) basée sur une CAH à travers l'indice de similitude de Jaccard, montre que les ressemblances les plus élevées existent entre les types d'habitats « forestier » (Dj. Guezoul) et « zone humide » (Bakhadda) avec un taux de 37,5%, et entre les habitats « urbain » (Karman) et « zone humide » (Bakhadda) avec 28,6%. Un premier gradient géomorphologique (type de relief, végétation, ...) est observable.

Les indices reliant l'habitat « steppe » aux autres habitats sont les plus faibles. Cet habitat présentant des caractéristiques différentes (climat, végétation, sol, ...) semble donc avoir une communauté de Rhopalocères différente des autres sites.

**Tableau IV:** Matrice de proximité (Indice de Jaccard).

Observation	Input du fichier matrice			
	Karman	Guezoul	Bakhadda	InDheb
Karman	1.000	.111	.286	.000
Guezoul	.111	1.000	.375	.250
Bakhadda	.286	.375	1.000	.125
InDheb	.000	.250	.125	1.000





**Figure 20:** Dendrogramme de similitude entre les différents sites.

### 3.3. Analyse spatiale

La disponibilité de données géoréférencées par les systèmes de positionnement géographique (Tableau V), nous a permis de procéder à une analyse de la répartition spatiale des différentes composantes et de dresser des cartes de répartition des différentes observations existantes.

Cependant, il est assez compliqué actuellement de trouver des jeux de données à une échelle suffisamment fine pour expliquer pertinemment la répartition des espèces au sein d'unités géographiques d'échantillonnage à l'échelle d'une région. C'est pourquoi, l'analyse ci-après est présentée à titre exploratoire.

Les résultats de l'analyse spatiale seront présentés selon deux approches séparément à savoir l'approche synécologique et l'approche autécologique.

### **3.3.1. Approche Synécologique**

Dans l'approche synécologique, les espèces sont étudiées ensemble (analyse par groupes). Cette approche dite aussi « communautaire » est incontournable pour la gestion et la conservation des habitats. Ainsi, les résultats traités dans cette partie concernent la répartition spatiale de taxons de rang supérieur (Familles et Genres).

La figure N°21 illustre la répartition des familles de Rhopalocères contactées dans la région d'étude. La distribution spatiale des différentes familles est hétérogène. La localisation de certaines familles (Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae) est limitée à la partie nord de la région de Tiaret. La famille des Hesperidae est par contre confinée à la partie sud. La famille des Lycaenidae connaît une large répartition.

Concernant le niveau taxonomique « Genre », une plus grande diversité est observée dans la partie nord de la région de Tiaret. Cette partie du territoire est la plus couverte par les prospections. Certains genres connaissent une large répartition tandis que d'autres sont limités à quelques stations (Figure 22).

La datation des observations (jour, mois et années d'observation) permet aussi de spatialiser les données en prenant en considération l'aspect temporel. Les relevés effectués nous ont permis d'enrichir l'inventaire des Rhopalocères des territoires de la région de Tiaret avec 29 observations toutes espèces confondues (Tableau V ; Figure 23). Les observations de 2007, 2009 et 2014 concernent la partie nord-ouest tandis que celle de 2021 (présente étude) concernent les parties nord (Dj. Guezoul, Bakhadda, Karman) et sud (In Dheb) de la région de Tiaret (Figure 24).

Tableau V: Synthèses des observations géoréférencées des Rhopalocères de la région de Tiaret.

Famille	Genre	Espèce	Localité	Latitude	Longitude	Date
Hesperiidae	ND_1	ND_1.1	In Dheb	34.5458333	1.6038889	23/06/2021*
	ND_2	ND_2.1	In Dheb	34.6483333	1.7118056	15/06/2021*
Lycaenidae	Lycaena	<i>Lycaena phlaeas</i>	Tafrent	35.28	0.92	22/05/2007
			Oued Louhou	35.19	1.13	28/05/2009
			Dj. Guezoul	35.3870153	1.3087458	27/05/2021*
			Dj. Guezoul	35.3859733	1.3091330	09/06/2021*
			Bakhadda	35.3424839	1.0368611	08/05/2021*
			In Dheb	34.6361667	1.7209444	23/06/2021*
	Lampides	<i>Lampides boeticus</i>	Tafrent	35.28	0.92	23/05/2007
			Kmaine	35.1	1.15	22/05/2007
			Tafrent	35.28	0.92	22/05/2007
			In Dheb	34.5459722	1.6041328	23/06/2021*
			Dj. Guezoul	35.3858333	1.3091667	09/06/2021*
Tomares	<i>Tomares mauretanucus</i>	In Dheb	35.3878334	1.3091780	23/06/2021*	
		Tafrent	35.28	0.92	22/05/2007	
Nymphalidae	Coenonympha	<i>Coenonympha pamphilus</i>	Oued Louhou	35.19	1.13	28/05/2009
			DJ. Guezoul	35.3870122	1.3086944	27/05/2021*
			DJ. Guezoul	35.3861111	1.3088889	09/06/2021*
			M'Khatria	35.36	1.03	22/05/2007
	Vanessa	<i>Vanessa cardui</i>	Dj. Boumaaza	35.12	0.83	13/05/2009
			Karman	35.3834558	1.3469389	06/05/2021*
			Dj.Ghzalla	35.28	1.07	01/06/2009
	Pararge	<i>Pararge aegeria</i>	Dj.Ghzalla	35.28	1.07	15/05/2014
			Dj. Guezoul	35.3869756	1.3086111	27/05/2021*
	Lasiommata	<i>Lasiommata megera</i>	Dj.Ghzalla	35.28	1.07	15/05/2014
Papilionidae	Papilio	<i>Papilio machaon</i>	Tafrent	35.28	0.92	10/05/2009

Pieridae	Iphiclides	<i>Iphiclides feisthamelii</i>	Karman	35.3837897	1.3458072	23/05/2021*	
			Bakhadda	35.3422222	1.0366667	08/05/2021*	
			Oued Louhou	35.19	1.13	28/05/2009	
			Tafrent	35.28	0.92	10/05/2009	
			Karman	35.3834558	1.3462267	06/05/2021*	
			Karman	35.3834558	1.3471028	06/05/2021*	
			Karman	35.3834558	1.3469444	16/05/2021*	
	Pieris	<i>Pieris rapae</i>	Karman	35.3837897	1.3458072	23/05/2021*	
			Dj. Guezoul	35.3933286	1.3086158	20/05/2021*	
			Dj. Guezoul	35.3870153	1.3087458	27/05/2021*	
			Dj. Guezoul	35.3859847	1.3091339	09/06/2021*	
			Bakhadda	35.5434358	1.3506422	08/05/2021*	
			Bakhadda	35.3424839	1.0368800	24/05/2021*	
			<i>Pieris brassicae</i>	Tafrent	35.28	0.92	10/05/2009
				Dj.Ghzalla	35.28	1.07	16/05/2014
				Oued Louhou	35.19	1.13	28/05/2009
	Colias	<i>Colias croceus</i>	Dj. Boumaaza	35.12	0.83	13/05/2009	
			Karman	35.3835836	1.3471028	06/05/2021*	
	Gonepteryx	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Tafrent	35.28	0.92	10/05/2009	
			Bakhadda	35.5433333	1.3505556	24/05/2021*	
Pontia	<i>Pontia daplidice</i>	Bakhadda	35.5443333	1.3595560	24/05/2021*		
		Dj. Guezoul	35.3871944	1.3088019	27/05/2021*		
		In Dheb	34.6481667	1.7119444	15/06/2021*		

- Observations de la présente étude

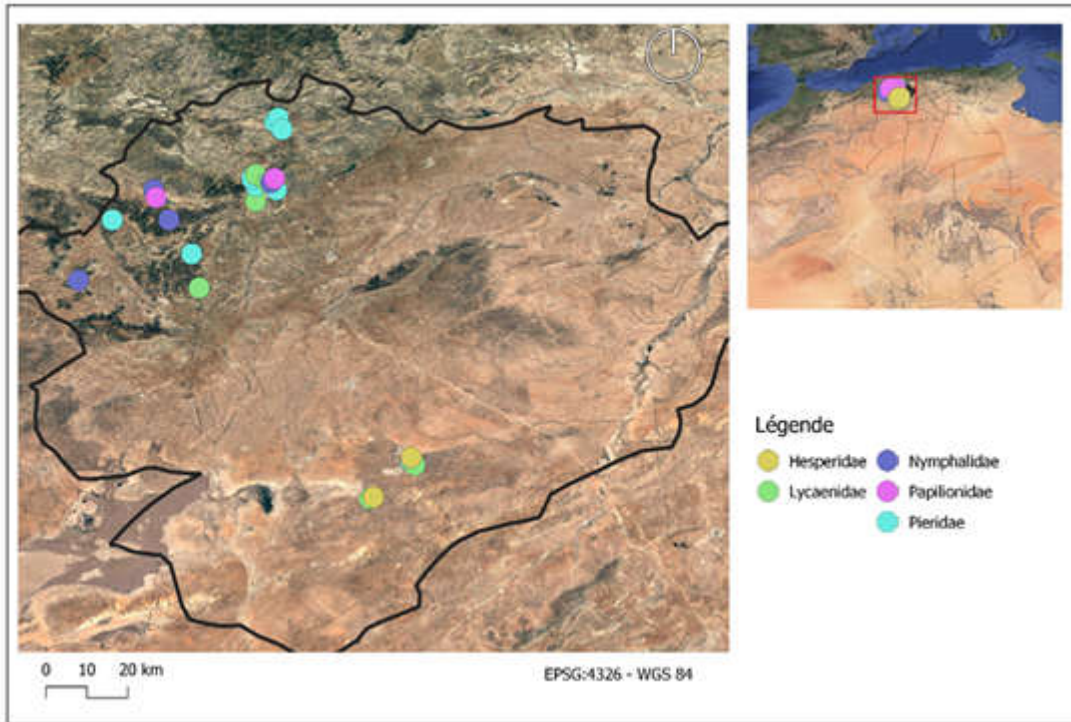


Figure 21: répartition spatiale des différentes familles de Rhopalocères.

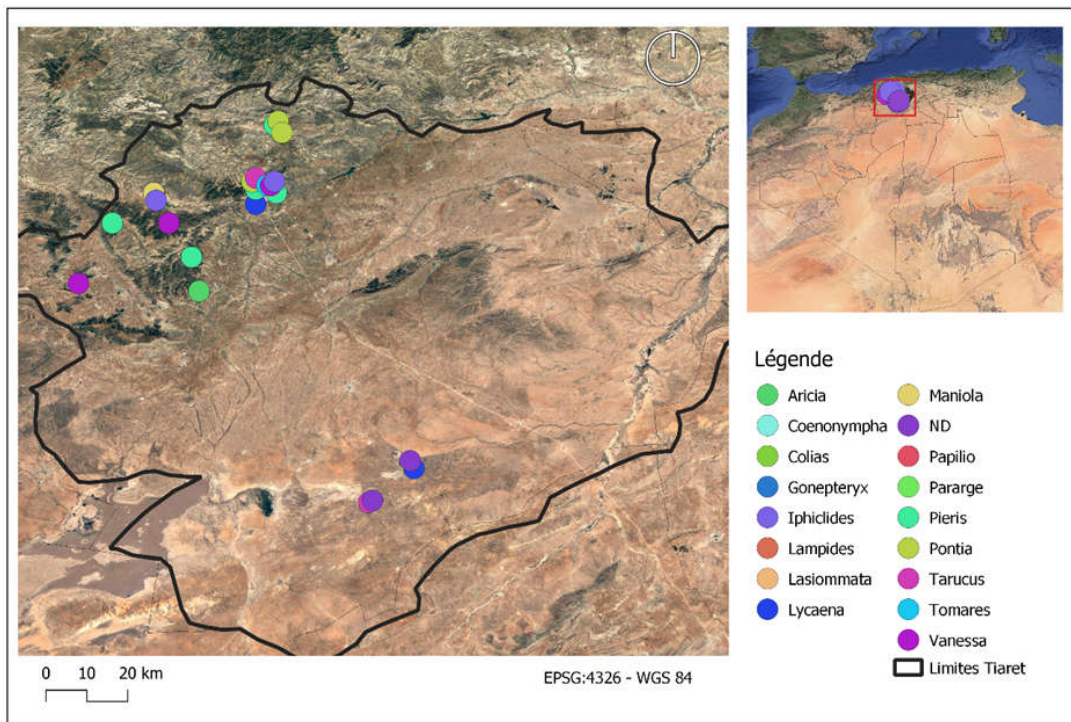


Figure 22: répartition spatiale des différents genres de Rhopalocères.

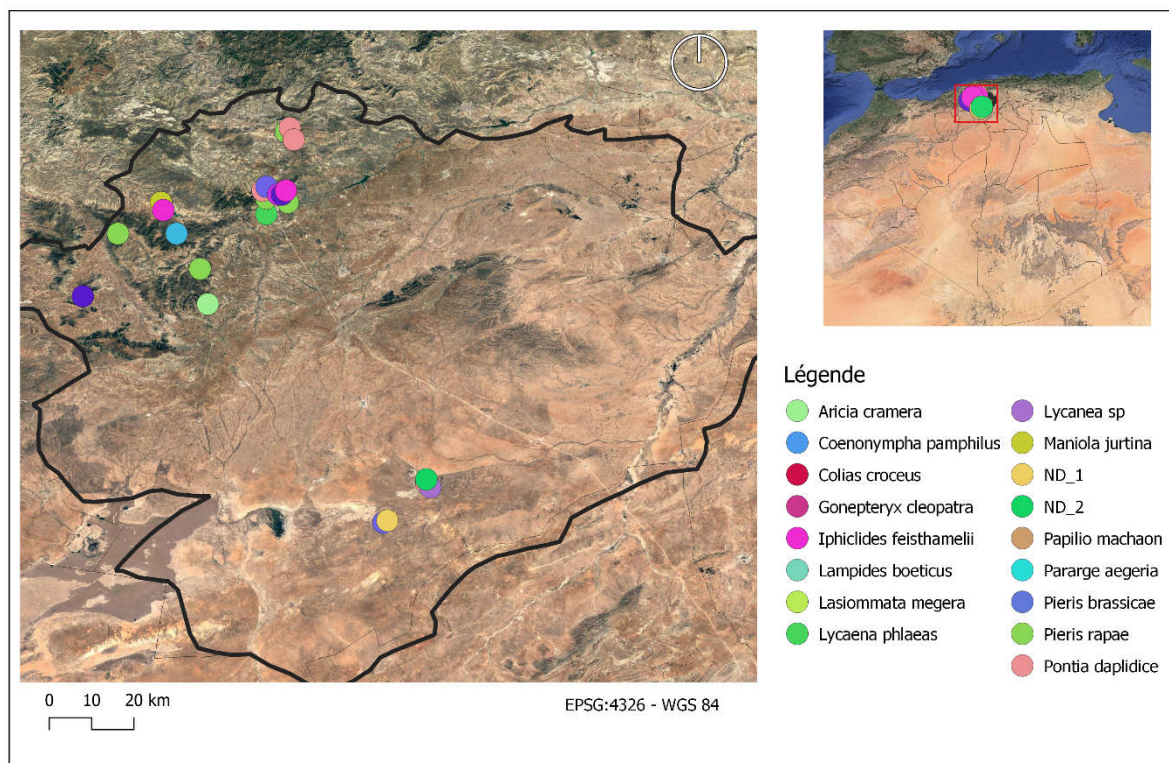


Figure 23 : répartition spatiale des différentes observations toutes espèces confondues.

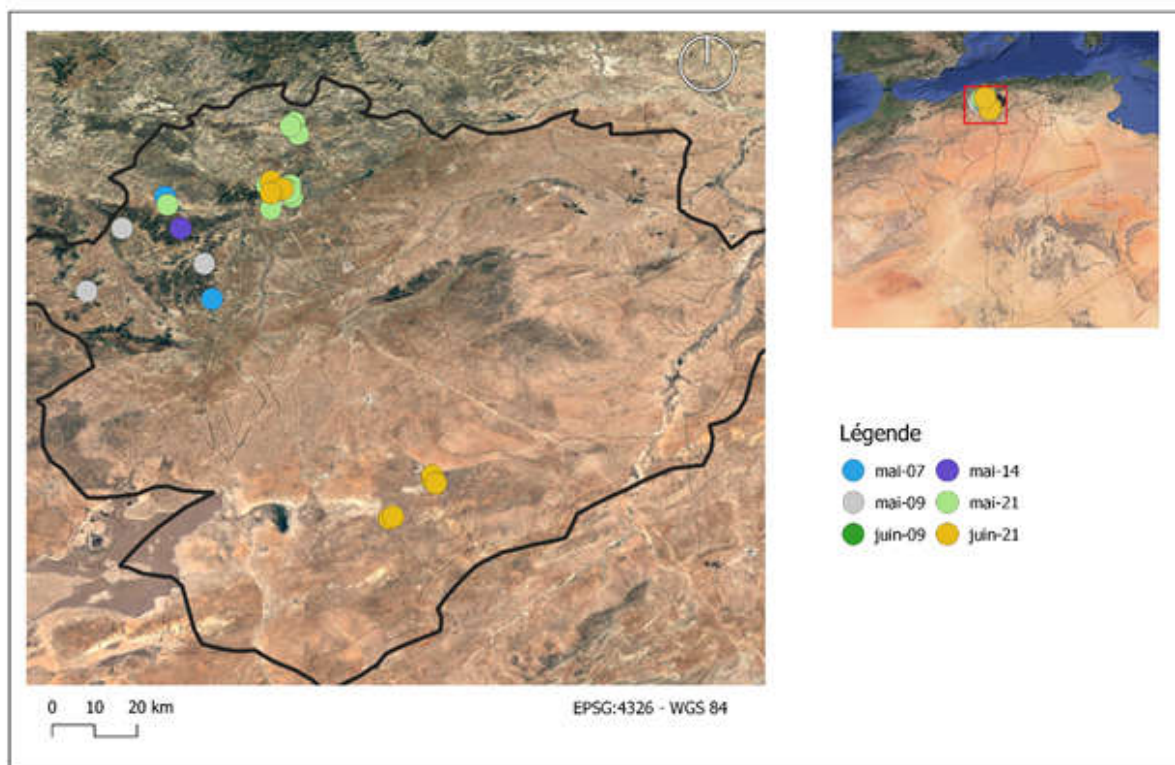


Figure 24: répartition spatiale des différentes observations en fonction de la date.

### 3.3.2. Approche Autécologie

Comparée à l'approche Synécologique, l'approche autécologique se veut plus fine. Elle envisage une seule espèce à la fois. Elle consiste à analyser la répartition spatiale de chaque espèce. Ainsi, chaque espèce est considérée individuellement. Ceci permet de générer un atlas cartographique de la répartition des différentes espèces.

L'atlas cartographique « Espèce » comprend au total 18 cartes géoréférencées. L'interprétation se fera en fonction de degrés de répartition des différentes espèces (faible répartition, moyenne répartition, large répartition). L'estimation est donnée à titre indicatif.

Une (01) seule observation a été enregistrée pour sept (07) espèces, ce qui induit une répartition très localisée limitée à un seul site (Figure 25). Il s'agit de *Lampides boeticus*, *Gonepteryx cleopatra* et *Papilio machaon* au niveau du site de Tafrent, *Lasiommata megera* et *Vanessa atalanta* au niveau du site de Djebel Ghzalla, *Maniola jurtina* au niveau de M'Khatria et *Tomares mauretanucus* dans le site d'In Dheb.

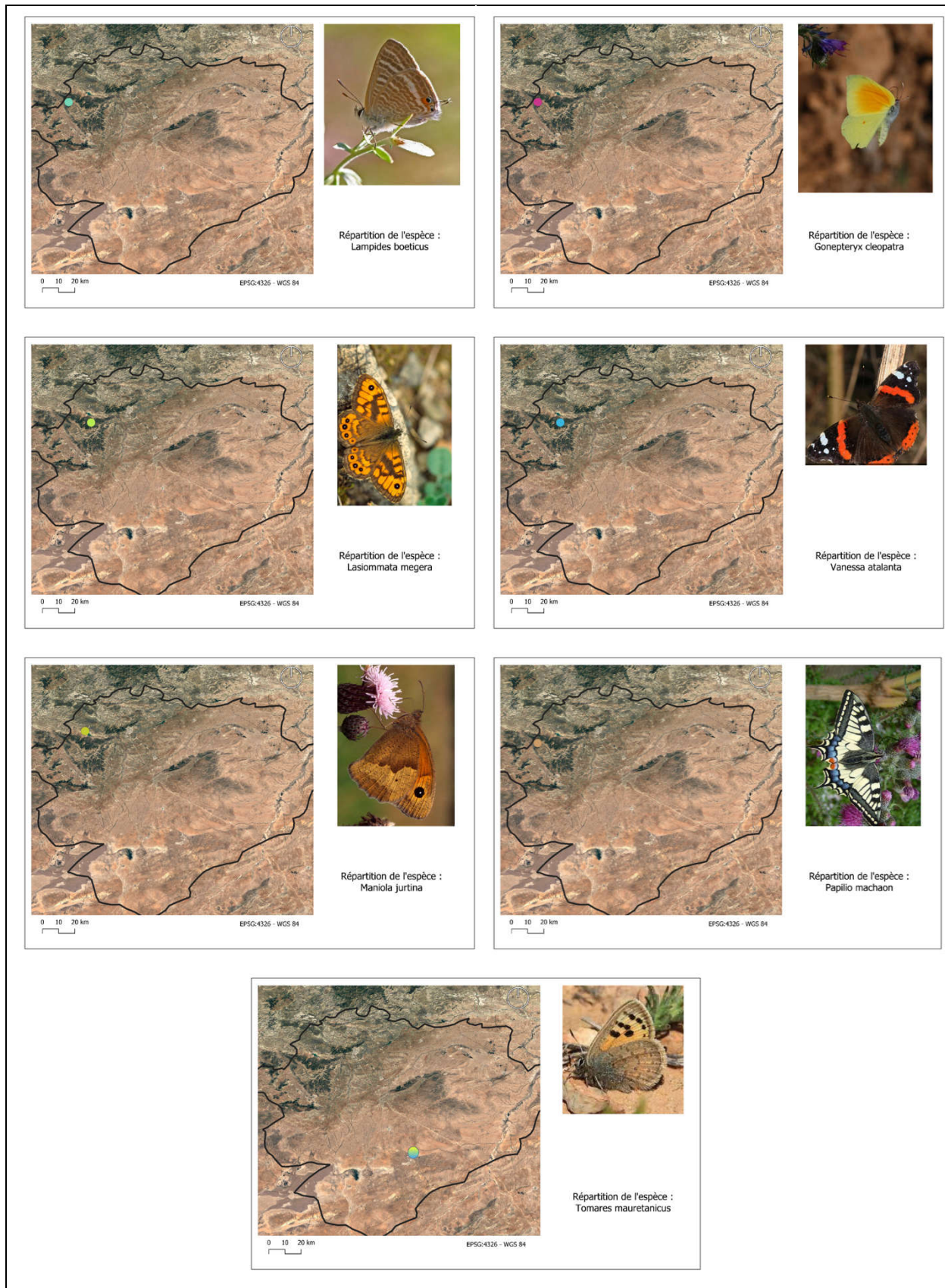


Figure 25: cartes spatialisées des espèces à répartition réduite.



Six (06) autres espèces connaissent une répartition légèrement plus étalée (Figure 26). Il s'agit de *Aricia cramera* au niveau des sites Kmaine et Tafrent, *Pieris brassicae* dans le site de Djebel Ghzalla, *Iphiclides feisthameli* dans les sites de Karman et Bakhadda, *Pararge aegeria* à Djebel Ghzalla et Djebel Guezoul, *Vanessa cardui* au niveau de Djebel Boumaaza et Karmanet enfin *Tarucus theophrastus* dans la région de In Dheb de Djebel Guezoul.

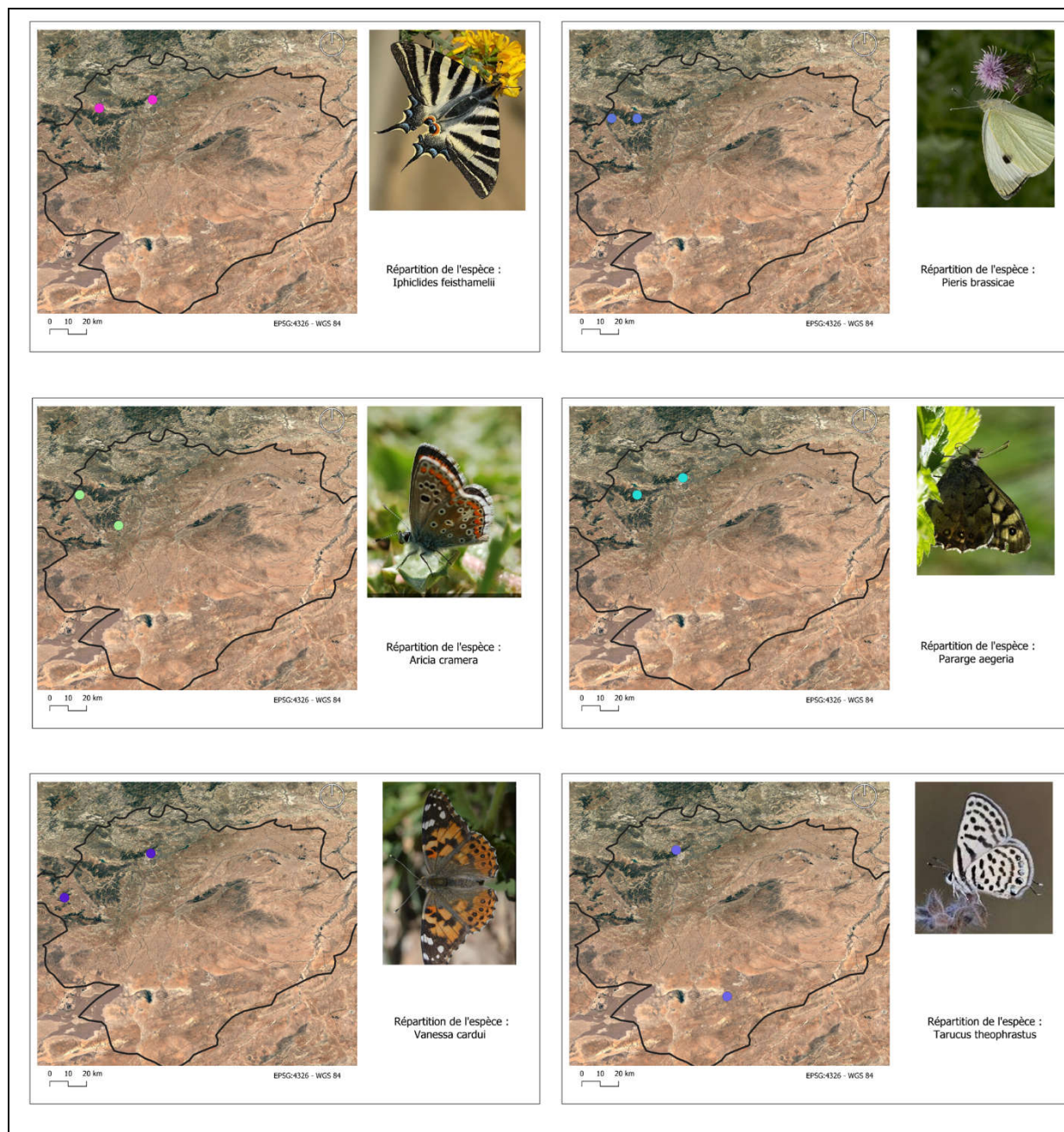


Figure 26: cartes spatiales des espèces à moyenne répartition.

La répartition des autres espèces est plus large avec un minimum de trois observations dans des sites différents (Figure 27). Nous notons que les espèces *Pieris rapae* et *Lycaena phlaeas* sont celles qui ont une répartition large étalée sur plusieurs sites. Onze (11) observations réparties sur quatre (04) sites ont été spatialisées pour la première espèce et cinq (05) observations réparties sur quatre sites (04) sites pour la deuxième espèce.



Figure 27: Cartes spatialisées des espèces à large répartition.

#### 4. Discussion

La région méditerranéenne est considérée comme l'un des « hotspot » mondial de la diversité biologique. Elle se caractérise par une diversité biologique exceptionnelle qui fait du bassin méditerranéen le troisième hotspot le plus riche de la planète en biodiversité végétale (Médail et Quézel, 1999). Aussi, environ un tiers de la faune méditerranéenne est endémique (IUCN, 2008). Du fait de la diversité de la végétation et la clémence du climat, la région méditerranéenne est particulièrement riche en lépidoptères. Certaines espèces en sont même caractéristiques (Chinery et Cuisin, 1994).

En Algérie, les lépidoptères ont intéressé plusieurs scientifiques et naturalistes pendant plus de deux siècles. L'intérêt pour ce groupe faunique s'est accentué de plus en plus ces dernières années grâce aux travaux des universitaires (Farhi et Yahiaoui, 1996 ; Samraoui, 1998 ; Hellal et Yakoubi, 2002 ; Remini, 2017 ; Kacha., 2018 ; Kamel et Chaaraoui, 2019 ; Saad, 2019) ce qui a induit une amélioration des connaissances sur plusieurs plans.

La présente étude a été consacrée à une région non couverte par les travaux d'inventaire de papillons de jour. Elle est axée sur l'étude de la structure, de la composition et de la répartition spatiale des Rhopalocères de certains habitats de la région de Tiaret.

Notre approche de diagnostic est basée sur le choix de taxon « Bioindicateur » en l'occurrence les Rhopalocères pour mettre en place un état des lieux initial et fournir des éléments de réflexion pour une gestion future des habitats naturels. L'intérêt porté pour ce groupe taxonomique est essentiellement dû à ses caractéristiques écologiques particulières. Il est de plus en plus utilisé par les gestionnaires d'espaces naturels pour étudier et évaluer l'état des milieux naturels (Rozier, 1999 ; Morel, 2012).

En effet, parmi les bio-indicateurs, on utilise couramment des espèces (ou des groupes d'espèces) qui, par leur présence et/ou leur abondance, sont significatives d'une ou de plusieurs propriétés de l'écosystème dont elles font partie (Blandin, 1986).

Le suivi des Rhopalocères nous a permis d'inventorier 13 espèces. Ces données additionnées à celles existantes dans la base de données du GBIF nous ont permis de dresser un état initial estimé à 21 espèces (soit 17,5 % du total des espèces recensées en Algérie) réparties sur cinq familles et dix-huit genres.

Parmi ces familles, les Lycaenidae et les Nymphalidae sont les plus riches avec 6 espèces pour chacune suivi de près par les Pieridae avec 5 espèces. Les Papilionidae et les Hesperidae sont faiblement représentées avec seulement 2 espèces chacune. A titre indicatif, ces ordres de grandeur sont relativement proches des résultats de l'étude Remini (2017) menés dans l'Algérois.

Il est à noter que la diversité notamment la richesse spécifique est fonction de plusieurs paramètres notamment l'effort d'échantillonnage, la détectabilité des espèces, la surface étudiée, etc. (Magurran, 2004 ; Landeau, 2008), d'où la nécessité de proposer un outil d'aide à la prospection pour parer à l'hétérogénéité de l'effort d'échantillonnage et optimiser l'efficacité de nouveaux inventaires (Vallet et al., 2012).

La plupart des études s'intéressant au milieu naturel reposent en partie sur des listes d'espèces. Ces listes peuvent concerner en priorité les espèces dites patrimoniales (protégées, espèces menacées figurant sur des listes rouges...), dont le statut nécessite l'adoption de certaines mesures (Adam et al., 2015).

Dans la région de Tiaret, la synthèse de l'état actuel des connaissances fait ressortir quatre espèces de Rhopalocères qui jouissent d'un statut de protection national (Décret exécutif n° 12-235) dont l'objectif est d'assurer le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des espèces menacées dans leur aire de répartition naturelle. Le principe général de cette protection réside dans l'interdiction de porter atteinte aux spécimens de ces espèces et pour certaines, aux habitats nécessaires à la réalisation de leur cycle biologique.

L'étude de la similitude des papillons de jour les différents habitats retenus (Djebel Guezoul, Bakhadda, Karman, In Dheb) a montré qu'il s'agit probablement d'une affinité géographique entre les sites de Djebel Guezoul, Bakhadda et Karman. Alors que l'affinité entre Djebel Guezoul et In Dheb peut être due à une proximité faunistique.

Nos résultats concordent avec les principes qui stipulent que le degré de similitude entre habitats et d'autant plus grand quand on a affaire à deux habitats qui se suivent dans la dynamique de succession végétale (Landeau, 2008), et que les milieux moins perturbés devraient contenir une faune plus riche et plus abondante (Manil et al., 2009).

L'analyse spatiale de la répartition des observations de Rhopalocères a été abordée suivant deux approches à savoir l'approche synécologique (analyse par groupe) et l'approche autécologique (analyse par espèce). Un premier atlas constitué de 22 cartes a été réalisé.

La connaissance de la distribution des taxons est une information de première importance pour connaître la biodiversité et mettre en place des stratégies de conservation (Sánchez-Fernández et al., 2011).

A l'aide de l'outil cartographique, on obtient des images précises de la distribution spatiale des variables (Franklin, 2009) et on fournit un support pour la gestion des cibles et des zones de conservation (Scott et al., 1993). De tels outils peuvent servir dans le cadre d'un suivi qui, à partir d'au moins deux inventaires à des dates différentes, permet de caractériser l'évolution

dans le temps des espèces et des habitats. Un inventaire plus exhaustif permettrait et à terme de déterminer les espèces généralistes et les espèces spécialistes.

La répartition spatiale des espèces est variable allant d'une répartition très réduite et d'autres une répartition assez large. Néanmoins, il est à signaler que l'absence d'une espèce, en un point donné, ne signifie pas forcément que cette espèce n'évolue pas ou ne fréquente pas ce type d'habitat. Certaines espèces pourraient ne pas se manifester lors de l'échantillonnage (Royle et al., 2005).

Les espèces *Pieris rapae* et *Lycaena phlaeas* sont celles qui présente la plus grande répartition. Elles sont présente dans presque tous les habitats. En effet, la première espèce est polyphage sur un très grand nombre d'espèces végétales (Tarrier et Delacre, 2008), et la seconde est connu pour être dans les secteurs thermophiles.

Les inventaires de type atlas sont souvent un outil central des démarches de conservation afin d'évaluer quels sont les taxons les plus rares ou les plus menacés. Cependant, il est essentiel de connaître les biais existant dans le degré de connaissance des territoires puis de chercher à améliorer les connaissances sur les zones les moins inventoriées (Hill, 2012). Pour le cas de la région de Tiaret, un effort d'échantillonnage doit être orienté vers la partie méridionale pour détecter le plus efficacement possible de nouvelles espèces.

## Conclusion

La présente étude traite le groupe des Rhopalocères en tant que qu'élément clés des écosystèmes au vu de leur rôle écologique majeur et leur caractère bioindicateur. La pertinence de leur utilisation en tant qu'indicateurs biologiques a été démontrée dans plusieurs travaux de recherches. Cependant, ce groupe souffre d'une connaissance encore trop lacunaire de la part des gestionnaires.

L'utilité de cette étude réside dans la mise en place d'une assise de base pour le monitoring évolutif des papillons dans la région de Tiaret de manière à évaluer continuellement l'état de conservation des espèces et de leurs habitats naturels.

L'originalité de ce travail tient aussi au fait d'avoir mis en place un premier atlas cartographique qui, actualisé de manière périodique en tenant compte de variables biotique et abiotique, permettrait de suivre l'évolution spatio-temporelle de la faune lépidofaune et de développer un système de veille écologique.

L'inventaire a révélé une richesse de l'ordre de 21 espèces. La diversité des niches écologiques a permis la cohabitation d'espèces dans les différents habitats. La présence d'espèces protégées constitue une valeur ajoutée pour la conservation de la biodiversité.

L'étude de la similitude des peuplements de Rhopalocères des différents habitats a montré une affinité liée au rapprochement géographique induisant des conditions écologiques similaires notamment la composition floristique et les caractéristiques climatiques.

Les divergences fréquentes dans les protocoles d'échantillonnage et les approches quasi-indépendantes d'un site à un autre, conduisent à une comparaison des résultats entre sites difficile. Il serait judicieux de mener une réflexion sur la prise en compte de la lépidofaune dans les espaces naturels et de faire des propositions concrètes sur un cadre technique minimal et standardisé facilitant la prise de décision et l'intervention opérationnelle.

L'inventaire mené sur des échelles spatiale (04 habitats) et temporelle réduites (2 mois) reste incomplet. Des études ultérieures sont nécessaires pour une analyse approfondie incluant plusieurs variables pour une caractérisation poussée des préférences écologiques des espèces.

Références bibliographiques

- **Achir M. et Benchaben H. (2016).** Réflexions Sur Les Variations Pluviométriques De La Région De Tiaret (Algérie Occidentale) Durant La Période : 1984 -2015. European Scientific Journal,12 (11) : 1857 – 7881.
- **Adam Y., Béranger C., Delzons O., Frochot B., Gourvil J., Lecomte P. et Parisot-Laprun M. (2015).** Guide des méthodes de diagnostic écologique des milieux naturels - Application aux sites de carrière. UNPG, Paris. 390p.
- **Basilico L., Bontemps F., Sapijanskas J. et Gosselin F. (2014).** Évaluation de la gestion durable des forêts quels indicateurs pour la biodiversité forestière ? Biodiversité Gestion forestière & Politiques publiques. Synthèse n°2/3.
- **Beisel J. N., Usseglio-Polatera P., Thomas S. et Moreteau J. C. (1998).**Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. Hydrobiologia, 389: 73–88.
- **Bensettiti F. (2002).** Cahiers d’habitats Natura 2000, connaissance et gestion des habitats et des espèces d’intérêt communautaire. 7 tomes. La Documentation française, Paris. 761p.
- **Bergerot B. (2016).** Sur la piste des papillons (papillons d’ici et d’ailleurs, sachez les reconnaître). Guide de terrain pour comprendre la nature. Edition muséum national d’histoire naturelle et DUNOD. 191p.
- **Beylagoun I. (1998).** Contribution à l’inventaire des Lépidoptères dans le Parc National d’El Kala. Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba. 36 p.
- **Blandin P. (1986).** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bull. Ecol., 17 (4) : 91p.
- **Blondel (1975).** L’analyse des peuplements d’oiseaux, éléments d’un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. (Terre vie)*, 29 : 533-589.
- **Boneil F. (2005).** Diversité et structure des communautés de lépidoptères nocturnes en chênaie de plaine dans un contexte de conversion vers la futaie régulière. Thèse de doctorat. Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris. 231p.
- **Brown Jr., K.S. and Freitas A.V. L. (2000).** Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32 : 934-956.
- **Burel, F. Baudry, J. (1999).** Ecologie du paysage – Concepts, méthodes et applications. Editions Tec et Doc, Lavoisier. 360p.
- **Carriere M. (2013).** Les papillons par la photo. Edition les Sants (Taillebourg, 17). 120p.

- **Chinery M. et Cuisin M. (1994).** Les papillons d'Europe (Rhopalocères et Hétérocères diurnes). Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- **Cleary D.F. R. (2004).** Assessing the use of butterflies as indicators of logging in Borneo at three taxonomic levels. *Journal of Economic Entomology*, 97:429-435.
- **Deconchat M. et Balent G. (2004).** Critères et indicateurs de gestion durable des forêts : où en est-on ? *Revue Forestière Française*, LVI. (5) : 409 - 430.
- **Dozières A., Valarcher J., Clement Z. (2017).** Guide de terrain (Papillons des jardins, des prairies et des champs). Edition Noé, Muséum national d'histoire naturelle paris et vigie-nature. 133p.
- **Duvignaud P. (1992).** Aménagement et gestion du territoire. Application en Algérie (régions de Tiaret et Alger). Université de Nice-Sophia Antipolis. 253p.
- **Ehrlich P. R. (2003).** Butterflies, test systems, and biodiversity. Pp. 1-8 in *Butterflies: Ecology and Evolution Taking Flight* ed by C. L. Boggs, W. B. Watt and P. R. Ehrlich. University of Chicago Press, Chicago.
- **Farhi B. et Yahiaoui F. (2006).** Contribution à l'étude de la biodiversité des papillons de jours (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) en zones aride et semi- arides dans la région de Bouira, mémoire d'ingéniorats. Université Bejaia, 98p.
- **Faure E. (2007).** Suivi de milieux ouverts dans le parc naturel régional du Luberon par des papillons de jour (rhopalocères) bioindicateurs. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 8-2007, p. 86-101.
- **Frahtia K. (2002).** Effet de la remontée biologique post-incendie dans les subéraies d'El-Kala sur le peuplement de Rhopalocères. Mémoire d'Ingéniorat. Université d'Annaba. 42p.
- **Franklin J. (2009).** Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 320 p.
- **GBIF (2021).** GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org>
- **Ghazoul, J. (2002).** Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Biodiversity and Conservation*, 11 : 521–541.
- **Gosselin M. et Laroussinie O. (2004).** Biodiversité et gestion forestière. Connaître pour préserver. GIP Ecofor, Cémagref, Antony. 320p.
- **Gretia (2009).** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 395 p.



- **Hammond P.C. (1995).** Butterflies and their larval foodplants as bioindicators for ecosystem monitoring in the pacific northwest. East Side Ecosystems Management Strategy project. January, 1995. 38p.
- **Hellal F et Yakoubi D. (2002).** Contribution à l'étude de la diversité et la dynamique des papillons de jour (Rhopalocères et les Hétérocères diurnes) du Parc National de Gouraya (Bejaia). Mémoire d'ingénieur. Université Bejaia, 105p.
- **Higgins L., Hargreaves B. et Lhonore J. (1991).** Guide couplet des paillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Edition Delachaux et Niestlé. 270p.
- **Hill M.O. (2012).** Local frequency as a key to interpreting species occurrence data when recording effort is not known. *Methods. Ecol. Evol.*, 3: 195-205.
- **IPBES (2019).** Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- **IUCN (2021).** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>.
- **Jastrzębska M., Wiesław M., Jastrzębski W. P. et Kostrzewska M. K. (2011).** Taxonomic diversity and distinctness indices in assessment of weed communities. *Acta agrobotanica*, 64 (4): 251 - 258.
- **Kacha S. (2018).** Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie). Thèse de Doctorat. Université IBN-KHALDOUN, Tiaret. 216p.
- **Kamel H.E et Charaoui M. (2019).** Etude écologique des Rhopalocères dans quelques agrosystèmes dans la région d'El Hodna (M'sila). Mémoire de Master. Université de M'sila. 131p.
- **Kitching R. L., Li D. Q. and Stork N. E. (2000).** Assessing biodiversity 'sampling packages': how similar are arthropod assemblages from different tropical rainforests? *Biodiversity and Conservation* 10 :793– 813.
- **Koh L. P. (2007).** Impacts of land use change on South-east Asian Forest butterflies: a review. *Journal of Applied Ecology* 44 : 703–713.
- **Lamov B., Keith D.A., Britton D.R., and Hochuli D.F. (2006).** Are butterflies and moths' useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland plain woodland. *Ecological Management and Restoration* 7(3):204- 210.
- **Landeau R. (2008).** Comparaison de la diversité spécifiques intra et inter habitats et observation de la distribution des taxons le long de gradients environnementaux

- significatifs. Application dans les environs du Cal de Lautaret (05). Rapport de fin d'étude. Université de Savoie. 21p.
- **Legendre P. et Legendre L. (1998)**. Numerical ecology. 2nd edition. Elsevier Science BV, Amsterdam, the Netherlands. 853p.
  - **Leraut P. (1992)**. Les papillons dans leur milieu. Edition Bordas France. 256p.
  - **Ludwig J. A. et Reynolds J. F. (1988)** Statistical Ecology: A Primer in Methods and Computing. John Wiley and Sons, New York. 358p.
  - **M.E.E.R. (2016)**. Stratégie et Plan d'Action Nationaux pour la Biodiversité 2016-2030. La biodiversité pour le développement économique et social durable et l'adaptation au changement climatique. GEF\_PNUD. 132p.
  - **Maciejewski L. (2012)**. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire - Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 1. Rapport SPN, 2012-22, dir. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 64p.
  - **Manil L., Lerch A., Edelist C. et al. (2009)**. Suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF). Association des Lépidoptéristes de France (ALF) ; UMR 5173, Département Écologie et Gestion de la Biodiversité, Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Paris, 41 p.
  - **Médail F. et Quézel P. (1999)**. Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin: setting global conservation priorities. *Conservation Biology*, 13 (6) : 1510 - 1513.
  - **Medjber A. (2011)**. Influence de la variabilité des précipitations sur le taux de sédimentation dans plusieurs barrages algériens. Revue scientifique et technique LJEE, 19 : 90-99.
  - **Miara M.D. (2011)**. Contribution à l'étude de la végétation du massif de Guezoul (Tiaret). Mémoire Magister, Université Oran. 126p.
  - **Miara M.D. (2017)**. Analyse floristique et structure de la végétation de la région de Tiaret. Thèse Doctorat. Université d'Oran. 162p.
  - **Millennium Ecosystem Assessment (ND)**. Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being. Millennium Ecosystem Assessment Board of Directors. 28p.
  - **Miller D.M., Lane J. and Senock R. (2011)**. Butterflies as potential bioindicators of primary rainforest and oil palm plantation habitats on New Britain, Papua New Guinea. *Pacific Conservation Biology*, 17 : 149–159.

- **Mollier-Pierret M. (2012).** Le monde des papillons. Edition Maison Des parcs et de la montagne. 56p.
- **Monteiro C., Lasserre G. et Lam Hoai T. (1990).** Organisation spatiale des communautés ichtyologiques de la lagune Ria Formosa (Portugal). *Oceanologica Acta*, 13 (1): 79 - 96.
- **Morel D. (2012).** Papillons de jour de France métropolitaine, comité français de l'UICN. Dossier de presse. 18p.
- **Moussouni A. (2018).** Diagnostic ornithologique des cédraies d'Algérie : Ecologie, diversité et perspectives de conservation. Thèse de Doctorat. ENSA, Alger. 178P.
- **Nageleisen, L.M. & Bouget, C. (2009).** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.
- **Nelson, S.M. and Andersen D.C. (1999).** Butterfly (Papilionoidea and Hesperioidea) assemblages associated with natural, exotic, and restored riparian habitats along the lower Colorado River, USA. *Regulated Rivers : Research & Management* 15 : 485-504.
- **New T. R. (1997).** Are Lepidoptera an effective umbrella group for biodiversity conservation? *Journal of insect conservation*, 1 : 5-12.
- **New T.R., Pyle R. M., Thomas J. A., Thomas C. D. and Hammond P. C. (1995).** Butterfly conservation management. *Annual Review of Entomology* 40: 57–83.
- **Parmesan C. (1996).** Climate and species' range. *Nature* **382**, 765–766.
- **Pollard E. et Yates T.J. (1993).** Monitoring butterflies for ecology and conservation: the British butterfly monitoring scheme. Series : Conservation Biology. Springer, 1994. 296p.
- **QGIS Development Team(2021).** QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- **Rakotomalala Z. (2004).** Analyses phylogénétiques des variations intra et inters spécifiques au sein de deux genres de lépidoptères (Rhopalocera et Heterocera), DEA environnement, chimie et santé, Université de Provence, 34 p.
- **Ramade (2008).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod. Paris. 726 p.
- **Ramage T. et Ravary F. (2015).** Les bio-indicateurs myrmécologiques : synthèse bibliographique. Observatoire de l'environnement Nouvelle Calédonie. 38p.

- **Remini L. (2017).** Diversité et écologie des Papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) dans les agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois. Thèse Doctorat. ENSA, Alger. 271p.
- **Royle J.A., Nichols J.D. et Kéry M. (2005).** Modelling occurrence and abundance of species when detection is imperfect. *Oikos*, 110: 353-359.
- **Rozier Y. (1999).** Contribution à l'étude de la Biologie de la Conservation de *Maculinea sp.* (Lepidoptera : Lycaenidae) dans les zones humides de la vallée du Haut-Rhône. Université Claude Bernard - Lyon 1. 230 p.
- **Saad A. (2019).** Etude écologique des Rhopalocère dans la région de M'sila (Algérie). Thèse de Doctorat. Ibn Khaldoun-Tiaret. 146p.
- **Saidi A. (2013).** Contribution à l'étude de la relation fleurs-papillons de jours au Parc National de Gouraya (Bejaia) : Mémoire de Magister. Université Abderrahmane mira. Bejaia. 68p.
- **Samraoui B. (1998).** Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera (Lepidoptera) in north eastern Algeria. *Nachr. entomol. Ver. Apollo*,19 (3/4): 285- 298.
- **Sánchez-Fernández D., Lobo J.M., Abellán P., Millán A. (2011).**How to identify future sampling areas when information is biased and scarce: an example using predictive models for species richness of Iberian water beetles? *J. Nat. Conserv.*, 19 : 54-59.
- **Sawchik J., M. Dufrene, and Lebrun P. (2005).** Distribution patterns and indicator species of butterfly assemblages of wet meadows in southern Belgium. *Belgian Journal of Zoology* 135 : 43-52.
- **Scott J.M., Davis F., Csuti B., Noss R., Butterreld B., Groves C., Anderson H., Caicco S., D'erchia F., Edwards T.C., Ulliman J., et Wright R.G. (1993).** Gap analysis: A geographic approach to protection of biological diversity. *Willdlife Monogr.*, 123, 41 p.
- **Sharma M. et Sharma N. (2017).**Suitability of Butterflies as Indicators of Ecosystem Condition: A Comparison of Butterfly Diversity across four habitats in Gir Wildlife Sanctuary. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 4 (3): 43-53.
- **Sparrow H. R., Sisk T. D., Ehrlich P. R. and Murphy D. D. (1994).** Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. *Conservation Biology* 8: 800–809.
- **Still J. (1996).** Voir les papillons, Ed. Arthaud. Italie. 255p.
- **Tallamy D. W. (2004).** Do alien plants reduce insect biomass? *Conservation Biology* 18 :1689–1692.

- **Tanguy J. (2015).** Anatomie, développement post-embryonnaire, diversité agronomique. *Insectes*. 21(7). 27p.
- **TARRIER M. et DELACRE J. (2008).** Les papillons de jour du Maroc, guide d'identification et de bio-indication. Ed. Mèze collection Parthénope, Paris, 480p.
- **TENNENT W. J. (1996).** The Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia. Ed. Gem Publishing Compny, Breghtwell cum Sotwell, Wallingford, Oxfordshire & John Tennent, England, 252 p.
- **TOLMAN T. et LEWINGTON R. (2014).** Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Paris : Ed. Delachaux et Niestlé. 382 p.
- **VALLET J., RAMBAUD M., COQUEL L., PONCET L. et HENDOUX F. (2012).** Sampling effort and floristic atlases: Survey completeness of localities and description of knowledge gaps. *Comptes Rendus Biologies*, 335 (12): 753-763.
- **VAN SWAAY C.A.M., NOWICKI P., SETTELE J. and VAN STRIEN, A.J. (2008).** Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity Conservation*, 17: 3455–3469.
- **VERFAILLIE F. (2014).** Les rhopalocères ou « papillons de jour ». Expérience territoires de conciliation Homme-Nature. Edition Estuaire.4p.
- **WARNAU G. (2004).** L'atlas des animaux. Edition Scholastic Markham Ontario. 301p.
- **WOOD, B. and GILLMAN, P. (1998).** The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. *Biodiversity and Conservation*, 7: 597-616.
- **ZSCHOKKE S., DOLT, C., RUSTERHOLZ H.P., OGGIER P., BRASCHLER B., THOMMEN G.H., LÜDIN E., ERHARDT A. and BAUR B. (2000).** Short-term responses of plants and invertebrates to experimental small-scale grassland fragmentation. *Oecologia*, 125, 559-572.

## Résumé

Le présent travail constitue une contribution à l'études de la biodiversité de la région de Tiaret à travers le recours aux Rhopalocères comme indicateurs biologiques. Le recensement des Rhopalocères est fondé sur la réalisation de comptages au moyen de transects par habitat. Le but étant de fournir aux gestionnaires un état des lieux initial leur permettant d'appréhender de manière simple la biodiversité, notamment via l'outil cartographique.

Les 21 espèces existantes dans la région reflètent une richesse non négligeable. Cependant, leur répartition reste variable car dépendantes des caractéristiques intrinsèques de chaque espèce et de l'hétérogénéité des conditions environnementales. L'approche par habitat a permis d'observer certaines tendances de similitude liées à un gradient d'affinité géographique qu'il serait intéressant de vérifier dans le futur.

L'atlas cartographique établi sur la base des données de présence/absence formule un état des lieux de la répartition des différentes composantes synécologique (groupes) et autécologique (espèces) dans la région d'étude.

Les résultats obtenus fournissent une base d'informations pour des applications directes dans la prise de décision en matière de conservation de la biodiversité et de la lépidofaune.

## ملخص

يشكل هذا العمل مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي لمنطقة تيارت من خلال استخدام الفراشات كمؤشرات بيولوجية. يعتمد تعداد الفراشات النهارية على إجراء عمليات الجرد عن طريق المقاطع وذلك حسب الموائل الطبيعية. الهدف من هذا العمل ال نموذجي هو تزويد مسيري الأقاليم الطبيعية بفائمة جرد أولية تسمح لهم بفهم سير التنوع البيولوجي بطريقة بسيطة، لا سيما عبر استعمال الخرائط والنظم الجغرافية.

تعكس الأنواع الموجودة في المنطقة ثروة ذات أهمية، ويظل توزيعها متغيرا لأنه يعتمد أساسا على الخصائص الجوهرية لكل نوع وعلى عدم تجانس الظروف البيئية. أتاح استعمال نهج الموائل ملاحظة اتجاهات تشابه معينة مرتبطة بالمكونات الطبيعية والتدرج الجغرافي وهذا يستوفي عمل مستقبلي للتأكد من النتائج الأولية.

يمثل الأطلس الخرائطي الذي تم إنشاؤه على أساس بيانات الوجود والغياب جردا لتوزيع مختلف المكونات السينيكلوجية (المجموعات) والووتيكولوجية (الأنماط) للفراشات كمؤشرات بيولوجية.

النتائج التي تم الحصول عليها توفر قاعدة معلومات للتطبيقات المباشرة في صنع القرار في الحفاظ على التنوع البيولوجي عامة والفراشات خاصة في منطقة تيارت.

