

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 Sciences de la Nature et de la Vie



THESE DE DOCTORAT DE 3^{ème} CYCLE

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Écologie et Préservation des écosystèmes terrestres

Présenté par

SAAD Ahmed

THEME :

Etude écologique des Rhopalocères dans la région de M'sila (ALGERIE).

Soutenue publiquement le 25/04/2019

Devant Le jury :

Mr Maatoug M.....Prof, U.Tiaret.....Président
Mr Bounaceur.F.....Prof, U.Tiaret..... Directeur de Thèse
Mme Koudache F.....Prof, U.Sidi Bel abbès..... Examinatrice
Mme Bissaad-Milat F.ZProf, U.Boumerdes..... Examinatrice
Mme Allal-BenFekih LProf. U.Bidal Examinatrice
Mme Aouabed AMCA. U.Tiaret Examinatrice

Année universitaire : 2018–2019

Résumé : Etude écologique des rhopalocères dans la région de M'sila

Cette étude, consacrée à la faune rhopalocères de la région de M'sila (Algérie), divisée en deux parts la première à l'échelle régionale correspond à un premier inventaire des Rhopaloceres dans 10 localités avec des milieux représentatifs et ceci par une méthodologie appropriée (Transects) permettant de connaître la composition spécifique de cette faune. Cet inventaire a abouti au recensement de 19 espèces apparentant à 05 familles qui sont Nymphalide, Pieridae Papilionidae, HesperIIDae et Lycaenidae. La deuxième part à l'échelle des stations au niveau de la région (comparaison entre les habitats agricoles et naturels), à travers d'un suivi mensuel des papillons de jour effectué d'avril 2015 à décembre 2016

Les résultats obtenus sont exploités par les indices écologiques d'une part ; et d'autre part par ; l'application d'analyses multivariées complémentaires (AFC, CAH) et la comparaison de pentes avec modèle naturel de Motomura.

Les paramètres écologiques indiquent une richesse totale qui varie en fonction du type de milieu. L'indice de diversité (H') montre que les milieux naturels semblent être les plus diversifiés en matière d'espèces de papillons avec 2.03 bits. En termes d'espèces *Pieris rapae* *Vanessa cardui*, *Colias crocea*, *Pontia daplidice*, *Danaus chrysippus* et *Euchloe charlonia* sont les espèces les plus couramment rencontrées dans tous les types d'habitats. Le Rang /Fréquence montre l'ordre d'arrivée de ces espèces dans les différents milieux considérés. Ces espèces sont les plus souvent précoces.

Les traitements statistiques ont abouti à la définition de trois assemblages d'espèces, en fonction des affinités de papillons envers leurs habitats. Au niveau des milieux agricoles, le premier est défini par les cultures céréalières, le deuxième groupe correspond à 20 % d'espèces correspondent aux vergers d'oléicultures et le dernier groupe qui est le plus grand, il possède 60 % des espèces recensées qui correspondent aux vergers arboricoles et les cultures maraichères. L'analyse fait apparaître aussi trois assemblages au niveau du milieu naturel défini par la forêt soit 76 %, l'autre par la steppe (18 %) et le dernier par le rudéral (06%).

L'application de l'indice de similarité de Sorensen montre des similarités fortes entre ces couples : les vergers d'oléicultures / les vergers d'abricotiers avec 92 % pour le milieu agricole et 70.58 % a été trouvée entre les habitats steppiques / les habitats rudéraux pour le milieu naturel.

Mots clés : Rhopalocères, M'sila, Diversité, vergers, Inventaire.

Summary: Ecological study of the rhopalocera in the region of M'sila

This study, devoted to the rhopaloceran fauna of the region of M'sila (Algeria), divided in two parts the first one at the regional scale corresponds to a first inventory of the Rhopaloceres in 10 localities with representative circles and this by a suitable methodology (Transects) to know the specific composition of this fauna. This inventory led to the identification of 19 species related to 05 families which are Nymphalide, Pieridae Papilionidae, Hesperiiidae and Lycaenidae. The second part at the scale of the stations at the level of the region (comparison between agricultural and natural habitats), through a monthly monitoring of butterflies carried out from April 2015 to December 2016.

The results obtained are exploited by the ecological indices on the one hand; and on the other hand by; the application of complementary multivariate analyzes (AFC, CAH) and the comparison of slopes with Motomura's natural model. Ecological parameters indicate a total richness which varies according to the type of environment. The diversity index (H') shows that the natural environments seem to be the most diversified in terms of species of butterflies with 2.03 bits. In terms of species *Pieris rapae* *Vanessa cardui*, *Colias crocea*, *Pontia daplidice*, *Danaus chrysippus* and *Euchloe charlonia* are the most common species found in all habitat types. Rank / Frequency shows the order of arrival of these species in the different environments considered. These species are most often early.

Statistical treatments led to the definition of three assemblages of species, according to the affinities of butterflies towards their habitats. At the level of agricultural environments, the first is defined by cereal crops, the second group corresponds to 20% of species corresponding to olive orchards and the last group is the largest, it has 60% of the listed species that matches with arboreal orchards and vegetable crops.

The analysis also shows three assemblages at the level of the natural environment defined by the forest is 76%, the other by the steppe (18%) and the last by the rudéral (06%). The application of the Sorensen similarity index shows strong similarities between these pairs: olive orchards / apricot orchards with 92% for the agricultural sector and 70.58% were found between steppe habitats / habitats ruderal for the natural environment.

Key words: Rhopalocera, M'sila, Diversity, orchards, Inventory.

الملخص: دراسة بيئية حول حرشفيات الأجنحة النهارية (الفراش) في منطقة المسيلة

هذه الدراسة خصصت للمجموعة الحيوانية للفراش بمنطقة المسيلة قسمت لجزئين ، الجزء الأول على مستوى جهوي يوافق جردا أوليا في عشر مناطق تمثلها أوساط مختلفة بواسطة منهجية ملائمة (المقاطع) ، تمكن من معرفة التركيب النوعية للفراشات . هذا الجرد مكن من احصاء 19 نوعا للفراش ينتمون لخمسة عائلات وهم :
Lycaenidae و Hesperidae ، Pieridae Papilionidae، Nymphalide .
من جهة ثانية علي مستوى المحطات الواقعة بالمنطقة (مقارنة بين الأوساط) عن طريق تتبع أسبوعي للفراش ابتداء من شهر أفريل 2015 حتي شهر ديسمبر 2016.

النتائج المحصل عليها استغللت بواسطة المؤشرات البيئية من جهة وتطبيق التحليل الاحصائي المتعدد المتغيرات (CAH،AFC) من جهة اخرى كذلك مقارنة المنحدرات مع النموذج الطبيعي موتوميرا .
المؤشرات البيئية تظهر تنوعا كاملا يتغير بالنسبة لنوع الوسط . مؤشر التنوع (H') يظهر أن الأوساط الطبيعية الأكثر تنوعا من حيث أنواع الفراش بقيمة 2.03.

من حيث الأنواع *Danaus* ، *Pontia daplidice* ، *Colias crocea* ، *Vanessa cardui* ، *Pieris rapae* *Euchloe charlonia* و *chrysippus* هن الأنواع الأكثر شيوعا في كل الأوساط . عامل الرتبة / التكرار يظهر ترتيب وصول هذه الأنواع في كل المناطق المعتبرة ، هذه الأنواع هي الأنواع المبكرة غالبا .
المعالجة الاحصائية مكنت من تعريف 03 تجمعات للأنواع بالنظر لتجاذب الفراش مع أوساط .
على مستوى الأوساط الزراعية الفوج الاول عرف بمحاصيل الكبري ، الفوج الثاني يمثل 20% من الأنواع ويوافق بساتين الزيتون وآخر فوج وهو الاكبر يمتلك 60% من الأنواع المحصاة يوافق بساتين الأشجار المثمرة و زراعة الخضروات .

التحليل أظهر كذلك على مستوى الأوساط الطبيعية ثلاثة تجمعات الاول خاصة بالوسط الغابي بنسبة 76% ، الثاني خاص بالوسط السهبي بنسبة 18% والآخر لوسط النباتات العشوائية ب 06%
تطبيق مؤشر سورينسون أظهر تشابها كبيرا بين الأزواج التالية :- بساتين الزيتون / بساتين المشمش بنسبة 92% بالنسبة للنظم الزراعية . نسبة 70.58% وجدت بين الأوساط السهبية والعشوائية بالنسبة للأوساط الطبيعية .

كلمات مفتاحية: الفراش ، المسيلة ، التنوع ، البساتين ، الجرد .



Iphiclides feisthamelii (Cliché : A. Saad, 2015)

« Le savant n'étudie pas la nature parce que cela est utile ; il l'étudie parce qu'il y prend plaisir et il y prend plaisir parce qu'elle est belle. »

Henri Poincaré, 1908

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail il m'est très agréable de remercier :

M. BOUNACEUR Farid ; Professeur à l'Université Ibn khaldoun de Tiaret qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse, sa compétence, sa bienveillance, ses conseils, ses orientations... qui ont été pour moi un solide appui et un réconfort à tous moments. Cette thèse n'aurait certainement pas vu le jour sans son soutien et son aide.

M. MAATOUG Mohamed ; Professeur à l'Université Ibn khaldoun de Tiaret ; pour avoir accepté de présider le jury, qu'il trouve ici toute ma sympathie.

Mme. KOUACHE Fatima , Professeur à l'Université de Sidi Bel Abbés qui a bien voulu accepter de juger ce travail, qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect

Mme. MILAT-BISSAAD Fatma Zohra, Professeur à Université de Boumerdes ; d'avoir bien voulu faire partie de ce honorable jury, trouvez Madame le témoignage de ma profonde gratitude.

Mme ALLAL-BENFEKIH Leila, Professeur à Université de Blida ; d'avoir accepté de juger ce travail, qu'il trouve ici toute ma sympathie.

Mme. AOUABED Asmahane, Maitre de conférences à l'Université Ibn khaldoun de Tiaret,. Votre présence parmi les membres de jury nous fait un grand honneur.

Je remercie également :

M. BOUSSAID Mohamed, Maitre de conférences à l'Université Ibn khaldoun de Tiaret, pour ses encouragements, ses aides, ses conseils avisés, à qui je demeure profondément très reconnaissant.

M. DJAZOULI Zahreddine, Professeur à Université de Blida ; merci pour ses orientations éclairées et merci de m'avoir aidé à apprendre les analyses statistiques, malgré ses nombreuses préoccupations.

M. Alain Coache ; chercheur au Centre d'Etudes et de Recherches Entomologique Béninois ; Qui n'a jamais hésité en aucun moment de me venir en aide par l'identification et la confirmation des espèces.

Mme. ALMA E. Nacua, Urban Biodiversity Laboratory, Universidad de Manila, Philippines ; trouvez ici Madame, ma reconnaissance et ma gratitude pour m'avoir aidé, et conseillé au cours de la rédaction des articles.

M. NOUIDJEM Yacine, Maitre de conférences à l'Université de M'sila, pour ses encouragements, ses aides, ses conseils avisés, qu'il trouve ma gratitude pour lui

M. HATEM Ibrahim , Professeur à l'Université d'Ain chams ,Egypte pour ses encouragements ses conseils avisés, qu'il trouve ma gratitude pour lui.

Mes vifs remerciements vont également à mes très chers amis **M. FERHATI Ahmed**, **M. BERRABEH Hicham**, **M. ABDELSSAMED Lakhder**, **M. LETISSA Nourreddine**, **M. BADA Philippe** & **M. Andreas Weiß** ; pour leur soutien, leur sympathie et leurs encouragements.

Merci à tous les agriculteurs pour leur disponibilité et leur accueil

Celles et ceux que j'ai oublié de mentionner, excusent cette inattention de hâte.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Ma très chère épouse

Mes sœurs et frères et à leurs petites familles

Pour toi ma petite princesse tant rêvée tant attendue

أشرف عبد

Saad ahmed

THEME :

Etude écologique des rhopalocères dans la région de M'sila

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------|
| INTRODUCTION | - 1 - |
| I. GENERALITES SUR LES RHOPALOCERES | - 5 - |
| I.1 Présentation des Rhopalocères et hétérocères diurnes | - 5 - |
| I.2 Biologie des papillons de jour :..... | - 6 - |
| I.2.1 Cycle de vie du Papillon | - 6 - |
| I.2.2 Nutrition | - 7 - |
| I.2.3 Période de vol des papillons de jour | - 8 - |
| I.2.4 Habitat et répartition..... | - 8 - |
| I.3 Classification | - 9 - |
| I.3.1 Caractéristiques de quelques familles de papillons de jours | - 10 - |
| I.3.2 Les papillons de méditerranée..... | - 10 - |
| I.3.3 Les papillons d'Algérie | - 11 - |
| I.4 Les papillons de jour comme bio-indicateurs | - 13 - |
| II. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE | - 15 - |
| II.1 Le milieu physique | - 15 - |
| II.1.1 Situation géographique..... | - 15 - |
| II.1.2 Relief..... | - 15 - |
| II.1.3 Sols..... | - 16 - |
| II.1.4 Ressources hydriques | - 17 - |
| II.2 Climat et bioclimat | - 18 - |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| II.2.1 | Données climatiques | - 18 - |
| II.2.2 | Variables climatiques | - 18 - |
| II.2.3 | Synthèses bioclimatiques..... | - 25 - |
| II.2.4 | Les caractéristiques floristiques de la région d'étude | - 29 - |
| II.2.5 | Les caractéristiques faunistiques de la région d'étude..... | - 29 - |
| III. MATERIELS ET METHODES | | - 31 - |
| III.1 Présentation des stations d'étude | | - 31 - |
| III.1.1 | Présentation des stations d'étude..... | - 31 - |
| III.2 Techniques d'échantillonnage..... | | - 38 - |
| III.2.1 | Matériel utilisé..... | - 39 - |
| III.3 Technique de travail..... | | - 42 - |
| III.3.1 | La capture des lépidoptères..... | - 42 - |
| III.3.2 | Comptage..... | - 42 - |
| III.3.3 | Transport | - 43 - |
| III.3.4 | Etalement au laboratoire | - 43 - |
| III.3.5 | Identification..... | - 43 - |
| III.4 Analyses et traitements des données | | - 44 - |
| III.4.1 | Analyses par les indices écologiques..... | - 44 - |
| III.4.2 | Analyses statistiques | - 47 - |
| IV. RESULTATS | | - 50 - |
| IV.1 Analyse globale et composition taxonomique | | - 50 - |
| IV.2 Etude du peuplement de papillons rhopalocères dans quelques en milieux agricoles de la région de M'sila | | - 53 - |
| IV.2.1 | Inventaire de la faune rhopalocère dans le milieu agricole | - 53 - |
| IV.2.2 | Exploitation des résultats par des indices écologiques. | - 54 - |
| IV.3 Etude du peuplement de papillons rhopalocères dans quelques milieux naturels de la région de M'sila..... | | - 91 - |
| IV.3.1 | Inventaire de la faune rhopalocères dans le milieu naturel | - 91 - |
| IV.3.2 | Exploitation des résultats par des indices écologiques. | - 93 - |
| V. DISCUSSION | | - 118 - |
| V.1 Diversité et structure des rhopalocères dans les milieux agricoles | | - 118 - |

| | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| V.2 | Diversité et structure des rhopalocères dans les milieux naturels | - 123 - |
| V.3 | Diversité comparée entre différents milieux agricoles et naturels. | - 126 - |
| V.4 | Distribution des espèces | - 130 - |
| V.5 | Statut de protection et perspectives de conservation. | - 132 - |
| | CONCLUSION ET PERSPECTIVES | - 135 - |
| VI. | CONCLUSION | - 136 - |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | - 138 - |
| | ANNEXES | - 146 - |

Liste des tableaux

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tableau 1 : Liste des papillons Rhopalocères protégés en Algérie..... | - 12 - |
| Tableau 2 : Variations mensuelles des précipitations de la Station de Boussaâda pour la période 2015 -2016. | - 19 - |
| Tableau 3 : Régime saisonnier de la région de M'sila pour la période 2015-2016..... | - 20 - |
| Tableau 4 : Températures mensuelles minimales (m). Maximales (M) et moyennes (Moy) dans la station météorologique de Boussaâda (2015-2016). | - 22 - |
| Tableau 5 : Vitesses moyennes des vents des années 2015 et 2016 relevées dans la région de M'sila (Anonyme, 2016) | - 24 - |
| Tableau 6 : Humidité moyenne mensuelle (en%) des années 2015 et 2016 relevées dans la région de M'sila (Anonyme, 2016) | - 24 - |
| Tableau 7 : Valeurs de M. m. P et du Q2 pour la zone d'étude | - 26 - |
| Tableau 8 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieux agricoles dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016. | - 32 - |
| Tableau 9 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu forestiers dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016. | - 35 - |
| Tableau 10 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu steppique dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016. | - 36 - |
| Tableau 11 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu rudérale dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016. | - 37 - |
| Tableau 12 : Inventaire et rang géographique des espèces de rhopalocères dans les différents milieux dans la région de M'sila. | - 50 - |
| Tableau 13 : présence et absence des espèces de rhopalocères en milieu agricole. | - 53 - |
| Tableau 14 : Abondances relatives des papillons de jours échantillonnés dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 57 - |
| Tableau 15 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours dans les milieux agricoles dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 61 - |
| Tableau 16 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours des cultures céréalières dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 62 - |
| Tableau 17 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours des vergers oléicoles dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 63 - |
| Tableau 18 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des vergers d'abricotiers dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 63 - |
| Tableau 19 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des cultures maraichers dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 64 - |
| Tableau 20 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des arboricultures fruitières dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 64 - |
| Tableau 21 : variations des paramètres de la diversité appliqués aux individus rhopalocères dans le milieu agricole dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 65 - |
| Tableau 22. Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux papillons de jour dans les différents milieux..... | - 67 - |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tableau 23 : Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces rhopalocères dans les 05 cultures agricoles..... | - 68 - |
| Tableau 24 classification des espèces de rhopalocères au moyen des valeurs de barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH..... | - 69 - |
| Tableau 25 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différentes cultures agricoles. | - 77 - |
| Tableau 26 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différents assemblages. | - 90 - |
| Tableau 27 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux naturels..... | - 91 - |
| Tableau 28 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux naturels steppiques prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 92 - |
| Tableau 29 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux rudérales prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 92 - |
| Tableau 30 : Abondance relative et fréquence centésimale des espèces de rhopalocères en milieu naturel prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 96 - |
| Tableau 31 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu naturel au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 99 - |
| Tableau 32 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu forestier au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 100 - |
| Tableau 33 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu steppique au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 101 - |
| Tableau 34 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu rudérale au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 101 - |
| Tableau 35 : Variations des paramètres de la diversité appliqués aux individus rhopalocères dans le milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 102 - |
| Tableau 36 : Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux papillons de jour dans le milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 103 - |
| Tableau 37 : abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces rhopalocères dans le milieu naturel naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 104 - |
| Tableau 38 : classification des espèces de rhopalocères au moyen des valeurs de barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 105 - |
| Tableau 39: Ajustement au modèle de Motomura Dans les différentes stations du milieu naturel | - 109 - |
| Tableau 40 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différents assemblages..... | - 117 - |

Liste des figures

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figure 1 : Schéma représentant le cycle biologique d'un papillon de jour ; <i>Papilio machaon</i> | - 7 - |
| Figure 2: Localisation géographique de la région d'étude. | - 15 - |
| Figure 3 : Répartition mensuelle de la précipitation (2015). (Anonyme, 2016) | - 19 - |
| Figure 4 : Répartition mensuelle de la précipitation en (2016). (Anonyme, 2016)..... | - 20 - |
| Figure 5 : Histogrammes des régimes saisonniers des précipitations au niveau de la wilaya de M'sila pour la période 2015-2016 | - 21 - |
| Figure 6 : Variation mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales dans la wilaya de M'sila durant l'année (2015) | - 23 - |
| Figure 7 : Variation mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales dans la wilaya de M'sila durant l'année (2016) | - 23 - |
| Figure 8 : Diagrammes ombrothermiques pour la région de M'sila des années 2015, 2016. | - 27 - |
| Figure 9 : Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région d'étude | - 28 - |
| Figure 10 : localisation des stations d'études dans la wilaya de M'sila. | - 31 - |
| Figure 11 : Filet à papillons (Benkhelil, 1992)..... | - 39 - |
| Figure 12 : Papillotes à papillons (Tremblay, 2003)..... | - 40 - |
| Figure 13 : Etaloir (LERAUT, 1992)..... | - 41 - |
| Figure 14 : Pincés (Leraut, 1992). | - 41 - |
| Figure 15 : Différentes sortes d'épingles entomologiques (Leraut, 1992). | - 42 - |
| Figure 16 : Répartition du nombre d'individus par familles | - 51 - |
| Figure 17 : Répartition du nombre de taxons par familles | - 52 - |
| Figure 18 : Effectifs des espèces de papillons de jours recensés dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 54 - |
| Figure 19 : Nombre de Taxons par famille dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 55 - |
| Figure 20 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les parcelles céréalières prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 58 - |
| Figure 21 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers oléicoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 59 - |
| Figure 22: Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers d'abricotiers prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 60 - |
| Figure 23 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les cultures maraichères prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 61 - |
| Figure 24 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers d'arboricultures fruitières prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 61 - |
| Figure 25 : Ordre d'arrivée des espèces de Papillons de jour dans les cultures céréalières. | - 71 - |
| Figure 26. Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers oléicoles. | - 72 - |
| Figure 27 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers d'abricotiers..... | - 73 - |
| Figure 28 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les cultures maraichères | - 74 - |
| Figure 29 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les verges arboricoles | - 74 - |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Figure 30 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons pour l'ensemble des stations. | - 76 - |
| Figure 31 : Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Vanessa cardui</i> au niveau des cultures céréalières | - 80 - |
| Figure 32 : Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Pontia daplidice</i> au niveau des vergers oléicoles..... | - 81 - |
| Figure 33 : Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Pontia daplidice</i> au niveau des vergers d'abricotiers..... | - 82 - |
| Figure 34 : Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Pontia daplidice</i> au niveau de cultures maraichères. | - 83 - |
| Figure 35 : Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Colias crocea</i> au niveau d'arboricultures fruitières..... | - 84 - |
| Figure 36 : Répartition et classification ascendante hiérarchique des rhopalocères dans les stations agricoles. - | 86 - |
| Figure 37 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le premier assemblage | - 87 - |
| Figure 38 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le deuxième assemblage. | - 88 - |
| Figure 39 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le troisième assemblage. | - 88 - |
| Figure 40 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons dans le milieu agricole. | - 89 - |
| Figure 41 : Pourcentage des espèces dans les trois milieux naturels prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 94 - |
| Figure 42 : Nombre d'espèces par famille dans les trois stations d'étude du milieu naturel prospecté au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 94 - |
| Figure 43 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu forestière au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 97 - |
| Figure 44 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu steppique au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 98 - |
| Figure 45 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu rudéral au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 98 - |
| Figure 46 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu forestier de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 107 - |
| Figure 47 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu steppique de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 107 - |
| Figure 48 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu rudéral de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 108 - |
| Figure 49 : Ordre d'arrivée écologique globale des espèces de papillons de jours en milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016. | - 109 - |
| Figure 50 : courbe de vol des principales espèces de papillons en milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 111 - |
| Figure 51 : Répartition et classification ascendante hiérarchique des rhopalocères dans le milieu naturel à travers l'analyse multi variée (DCA)..... | - 113 - |
| Figure 52 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans les trois assemblages du milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016..... | - 115 - |
| Figure 53 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons dans le milieu naturel..... | - 116 - |

Liste des abréviations

AH : L'amplitude d'habitat

AFC : L'analyse factorielle des correspondances

C.A.H : classification Ascendante Hiérarchique

CC : cultures céréalières

CM : cultures maraichères

D.C.A : Detrended correspondence Analysis (Analyse des correspondances redressée)

g : Barycentre

IUCN : L'Union internationale pour la conservation de la nature

Max : la moyenne mensuelle des températures maximales.

Min : la moyenne mensuelle des températures minimales.

MNF : Milieu naturel forestier

MNR / Milieu naturel rudéral

MNS : Milieu naturel steppe

SGC : Le Secrétariat Général du Gouvernement

VA : vergers d'abricotiers

VA : vergers d'arboricultures fruitières (grenadiers et poiriers)

VO : vergers d'oléicultures

Introduction

A l'égard des êtres vivants, l'étude de la biodiversité repose essentiellement sur la connaissance des espèces et des écosystèmes. Cela pose la question suivante : parmi les êtres vivants quelles sont les meilleurs représentants pour effectuer l'étude de la biodiversité ? et pourquoi ? Hebert (1999) cité par (Tankoano, 2007) a souligné que les problématiques de la biodiversité ont presque été associées aux vertébrés ou aux plantes tandis que la majeure partie des espèces sont reconnues comme vulnérables et menacées. Cependant, il convient de se poser la question à savoir, comment peut-on parler de biodiversité en ignorant près des 2/3 des êtres animaux la composant, c'est-à-dire les insectes et les autres arthropodes ?

Les arthropodes, et en particulier les insectes, constituent la majorité de la biodiversité animale des écosystèmes et se trouvent à tous les niveaux trophiques. (Seastedt and Crossley, 1984; Greenslade, 1992).

Les insectes constituent d'excellents indicateurs biologiques qui réagissent aux modifications ou à la perturbation du milieu par une augmentation ou un recul, puis par la disparition (TARRIER and Benzyane, 2003). Les insectes constituent des outils plus précis que les vertébrés et les plantes tant dans la gestion et la sélection des sites à protéger que pour l'évaluation de l'incidence biologique de la conservation du patrimoine naturel au service des populations rurales fragilisées par de nouvelles données économiques (TARRIER and Benzyane, 2003).

Dans plusieurs régions du globe, les lépidoptères sont largement utilisés comme indicateur de la santé d'un écosystème (Rosenberg *et al.*, 1986; Beccaloni and Gaston, 1995; New *et al.*, 1995; Oostermeijer and Van Swaay, 1998; Horner-Devine *et al.*, 2003; Sawchik *et al.*, 2005).

Depuis le «Monitoring Butterfly Scheme», suivi anglais à long terme des populations de Rhopalocères, on sait que les papillons de jour sont de bons indicateurs du maintien de l'ouverture des milieux, mais aussi de leur conservation (Pollard and Yates, 1994).

Les papillons sont classés en deux grands groupes. Les Rhopalocères ont des antennes en forme de massue et sont actives le jour. Alors que les Hétérocères ont des antennes aux formes variées et volent en principe la nuit, mais aussi parfois au crépuscule et même le jour (Anonyme, 2008b). Cependant, ils sont considérés comme de bons indicateurs de l'état écologique des milieux naturels, car ils fournissent des informations précieuses sur le degré et le type des perturbations d'un milieu forestier notamment (morcellement, homogénéité du type de gestion, assèchement...) (Borges and Mothiron, 2011).

La mobilité des rhopalocères permet de suivre leurs réactions aux modifications de leurs milieux de vie, et s'avère être un bon indicateur de l'état de santé des biotopes.). Leur présence, l'abondance et la diversité des espèces constituent des paramètres pertinents pour l'évaluation de la valeur écologique des milieux naturels. Les Lépidoptères constituent donc un sujet de choix pour tout ce qui concerne les problématiques de gestion et de conservation, et plus particulièrement celles concernant les milieux ouverts et peu arbustifs. (Jaulin and Baillet, 2007).

En Algérie les connaissances sur la biologie, l'écologie et la répartition de lépidoptères rhopalocères sont lacunaires aussi bien en termes de répartition qu'en termes de dynamique et de structure Spatiotemporelle des populations c'est dans ce contexte que s'insère notre démarche qui vise à une meilleure connaissance de ce taxon.

Les travaux les plus récents sur les papillons de jour sont ceux de (Tennent, 1996) « The butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia », cet auteur a établi un catalogue systématique et écologique de psapillons de jour de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie. On peut citer aussi, (Samraoui, 1998a) « Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera in north-eastern Algeria », ce dernier s'est intéressé à la diversité et à l'écologie des papillons de jour, peuplant les milieux les plus intéressants du Nort-Est algérien, notamment les zones humides, il a aussi des travaux sur la migration de quelques espèces telles que *Danaus chrysippus* (Samraoui, 1993, 1996) et *Vanessa cardui* (Stefanescu *et al.*, 2017)

D'autres travaux sont à citer notamment ceux de (Hallal and Yakoubi, 2002) qui ont contribué à l'étude de la diversité et de la dynamique des papillons de jour du Parc National de Gouraya, ou encore l'étude de (Farhi and Yahiaoui, 2006) qui se sont intéressées à l'étude de la diversité et de la dynamique des papillons de jour en zones arides et semi-arides dans la wilaya de Bouira. Récemment les travaux de (Remini and Moulai, 2015) ont fait l'objet d'une synthèse des lépidoptères dans divers agro- écosystèmes de la Mitidja.

Cette étude a pour but essentiel l'amélioration des connaissances biogéographiques et écologiques de la faune des papillons de la région de M'sila et de mettre en évidence leur particularités faunistiques locales. Elle permet aussi de contribuer à une meilleure connaissance de ce taxon bien oublié.

De plus, à travers cette étude écologique et d'une façon minutieuse nous avons envisagé plusieurs objectifs spécifiques entre autre ;

- i. Connaissance des espèces de rhopalocères de M'sila et faire un inventaire des espèces sur plusieurs types de biotopes

- ii. Contribuer à la connaissance de leur distribution spatiale et écologique.
- iii. L'identification morphologique des espèces retrouvées.
- iv. Etablir la phénologie et leurs statuts
- v. Parvenir à établir la dynamique spatio-temporelle des espèces les plus répandues
- vi. Etablir les connaissances de bases qui serviront à l'utilisation d'espèces ou groupes d'espèces comme indicatrices de la biodiversité

Le présent manuscrit est structuré en cinq chapitres ; le premier donne des généralités sur les rhopalocères, par la suite dans le deuxième chapitre, nous avons abordé une description du milieu physique de l'étude. La méthodologie du travail et les différentes méthodes de calculs écologiques et statistiques employées dans cette étude sont regroupées dans le troisième chapitre.

Dans le quatrième chapitre traitement statistique et écologique de nos résultats

Quant au cinquième chapitre, il renferme les discussions et les interprétations des résultats obtenus. A la fin, une conclusion générale accompagnée de perspectives clôture notre présente étude.

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LES
RHOPALOCERES

I. Généralités sur les rhopalocères

I.1 Présentation des Rhopalocères et hétérocères diurnes

Les Lépidoptères signifient littéralement « ailes écailleuses », ils sont représentés approximativement par près de 200 000 espèces, ce qui fait de cet ordre le second groupe d'insectes numériquement parlant. Il est formé essentiellement par Les rhopalocères et les hétérocères (Chinery and Cuisin, 1994; Carter 2000; Vesco, 2000).

Les Lépidoptères sont classiquement regroupés selon la forme de leurs antennes : les taxons présentant des antennes en massue appartiennent au groupe des Rhopalocères et ceux présentant des antennes d'une autre forme appartiennent au groupe des Hétérocères ("à antennes de formes variées"). Les adultes de Rhopalocères ont tous une activité diurne ; ceux des Hétérocères ont une activité essentiellement nocturnes mais plusieurs espèces sont actives le jour (Bonneil, 2005).

Les Papillons de jour sont des insectes diurnes aux couleurs généralement vives les papillons de nuit (hétérocères) quant à eux, revêtent des couleurs plutôt ternes (Chinery, 1988).

Les rhopalocères se tiennent au repos (le plus souvent) avec les ailes en contact redressées verticalement au-dessus du corps, tandis que les hétérocères disposent le plus souvent celles-ci sur un plan à peu près horizontal, l'antérieure recouvrant la postérieure.

La période de vol est essentiellement restreinte aux moments ensoleillés, ou au moins par temps clair, tandis que la plupart des hétérocères sont nocturnes (ceux à vol diurne se distinguent à leurs antennes et à la position de repos).

Au sein des écosystèmes, les papillons de jour remplissent plusieurs rôles : Ils régulent la production végétale à travers l'alimentation des chenilles, ils constituent un maillon important de la chaîne alimentaire pour de nombreux oiseaux et petits mammifères et ils participent à la pollinisation des plants à fleurs. Ils constituent en outre de véritables bioindicateurs de l'état de santé des milieux naturels (André *et al.*, 2016).

Ces exigences écologiques font de ces insectes, un groupe très intéressant dans l'étude du fonctionnement des écosystèmes. En effet, la présence d'une espèce exigeante en termes de qualité ou de typicité d'habitat pourra renseigner le gestionnaire d'espaces naturels sur l'état de conservation des habitats (Houard, 2006).

I.2 Biologie des papillons de jour :

I.2.1 Cycle de vie du Papillon

Les papillons de jour sont des insectes holométaboles, le cycle de développement passe par quatre stades, Œuf, larve, nymphe (Chrysalide), et adulte ou imago. Ce remarquable processus de transformation constitue les métamorphoses complètes (Higgins *et al.*, 1991).

Ils se différencient donc nettement des insectes hémimétaboles comme les criquets ou les forficules chez lesquels il y a seulement trois stades, œufs, nymphe, et l'adulte (Chinery and Cuisin 1994).

Les œufs sont généralement pondus sur les feuilles ou les fleurs de la plante nourricière. L'embryogenèse est de durée variable. Parfois l'œuf peut rester en dormance plusieurs semaines ou plusieurs mois ; parfois tout un hiver avant d'éclore au printemps. Cet événement est nommé DIAPAUSE lorsqu'il est obligatoire (Higgins *et al.*, 1991) , le plus souvent les œufs éclosent au bout de quelques semaines. La chenille sort de l'œuf en perforant le chorion et commence sa vie active dont l'objectif principale est de grandir (Higgins *et al.*, 1991).

Semblable à un ver, elle n'a ni aile ni œil composé et possède des mandibules broyeuses (Chinery and Cuisin 1994). La chenille change de peau 3 à 4 fois avant d'atteindre le terme de la croissance. L'alimentation des chenilles peut être compliquée, parfois une seule espèce de plante, souvent une espèce localisée et quelquefois inconnue (Higgins *et al.*, 1991).

Au cours de la dernière mue, le tégument est retroussé et la chrysalide apparaît. Ainsi, de nombreuses chenilles d'hétérocères s'enfoncent dans la terre et se ménagent une logette dans laquelle aura lieu la nymphose. Chez d'autres espèces du même groupe, la chenille s'entoure d'un cocon de soie. Quelques chenilles de Rhopalocères ont un cocon assez lâche, généralement sur le sol au pied de la plante hôte, mais chez la majorité, la chrysalide reste à l'air libre après s'être fixée avec de la soie sur cette plante ou sur un autre support. Certaines se tiennent la tête en bas, d'autres restent verticales grâce à une ceinture de soie (Chinery and Cuisin 1994).

L'organisme de la chrysalide est le siège de transformations considérables puisque ses tissus se liquéfient et préparent ceux qui formeront le corps du papillon. Ces changements exigent souvent deux ou trois semaines. Chez de nombreuses espèces, c'est la chrysalide qui passe l'hiver ; dans ce cas, le développement cesse pendant plusieurs mois mais la formation du corps de l'adulte peut s'effectuer en quelques semaines. (Chinery and Cuisin, 1994).

En générale le cycle complet dure de 3 à 12 mois. La finalité de la vie de l'imago est la reproduction pour assurer la mise en place des générations suivantes (Higgins *et al.*, 1991).

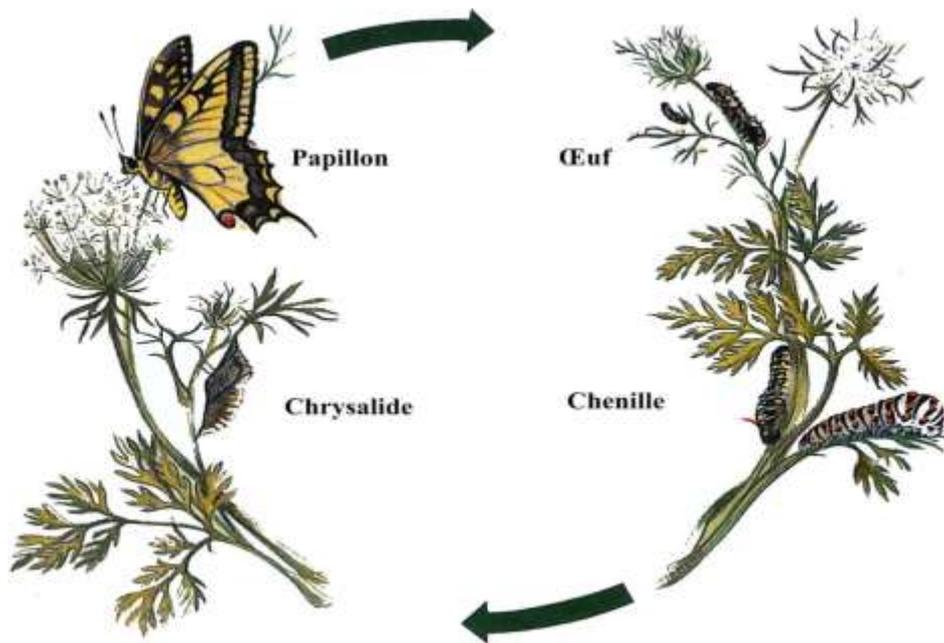


Figure 1 : Schéma représentant le cycle biologique d'un papillon de jour ; *Papilio machaon* (Boutin et al., 1991).

I.2.2 Nutrition

les larves de lépidoptères sont pour la majorité des phytophages (ou herbivores) dans la plupart des écosystèmes terrestres (Hammond and Miller, 1998). Plus rarement, certaines larves après un régime herbivore pendant les premiers stades larvaires, vivent dans des fourmilières et consomment des larves de fourmis ; en échange, elles sécrètent un miellat que les fourmis apprécient (Loyer and Petit ,1994).

D'autres larves sont détritivores, vivent dans les déchets accumulés (litières, chaumes, laisses de mer...) ou les refuges d'animaux (nids, terriers, ruches...).

Les papillons adultes, quant à eux, consomment exclusivement de nectar, mais de nombreuses espèces absorbent également d'autres liquides sucrés ou non, comme les liquides qui s'écoulent de fruits murs ou d'une charogne, l'eau, la rosée, le miel, la salive, la sève, le sang la boue, le sable mouillé, le sel de la transpiration, les excréments et l'urine du bétail, et le pollen etc (Chinery and Cuisin, 1994; Hardy *et al.*, 2007).

La fonction principale de cette alimentation n'est pas la croissance de l'adulte, mais c'est pour le maintenir en vie (énergie, réhydratation) et pour assurer sa capacité de reproduction. Certains papillons dont la vie est très courte ne s'alimentent pas (Loyer and Petit ,1994).

I.2.3 Période de vol des papillons de jour

Ce n'est pas par hasard que les Rhopalocères sont répartis dans le temps et dans l'espace. Chaque espèce a en effet une période de vol et un habitat particulier en dehors desquels on ne la voit guère (Chinery and Cuisin, 1994). La période de vol est variable, parfois ne dure que deux semaines, pour plusieurs espèces dont la répartition est très limitée.

Elle est plus longue pour la plupart, si l'on considère toute l'aire de distribution.

Pour de nombreuses espèces à l'aire de répartition étendue, le nombre de générations annuelles peut varier sensiblement, en fonction du type de biotope, de l'altitude et du climat local (Chinery and Cuisin, 1994). Une espèce à génération unique en région fraîche septentrionale, ou d'altitude, peut donner au moins deux générations en régions douces de plaine. Quelques espèces polyvoltines peuvent voler du début du printemps à la fin de l'été (ou à l'automne) en Afrique du Nord et sur le littoral méditerranéen. D'une manière générale, une espèce de plaine, en région plus méridionale paraît plus tôt.

L'émergence des adultes peut également être influencée par les conditions climatiques de la saison, lesquelles affectent même le voltinisme (Tolman and Lewington, 1999).

Un printemps tardif plus un été frais peuvent retarder le vol de certaines espèces arctiques de plus d'un mois. Les périodes de sécheresses prolongées peuvent retarder l'émergence de certaines espèces érémoïques d'où moins une saison (Tolman and Lewington, 1999).

I.2.4 Habitat et répartition

Tous les papillons sont des insectes hautement spécialisés, chaque espèce est adaptée à vivre dans un certain habitat (le biotope). Quelques espèces adaptées à des conditions variables.

La plupart des Rhopalocères vivent en colonies localisées, séparées les unes des autres par grandes distances. La convenance de l'habitat dépend de la présence de la plante hôte indispensable aux chenilles et de paramètres comme l'altitude, la température l'ensoleillement ou l'ombre (espèces sciaphiles) (Higgins *et al.*, 1991), la plupart de ces paramètres étant étroitement liés (Chinery and Cuisin, 1994).

Dans toutes les parties du monde et dans tous les habitats, les papillons ne se multiplient bien que là où la plante nourricière se développe le mieux (Higgins *et al.*, 1991), au point qu'il suffit parfois de trouver le végétal pour découvrir le lépidoptère. Dans leur aire de répartition, la plupart des espèces sont adaptées à un habitat particulier (prairie, forêt, etc.) et ne vivent pas en dehors (Chinery and Cuisin, 1994).

Ces insectes sont rarement attirés par des arbres ou arbustes exotiques. A basse altitude les talus de routes sont souvent riches en lépidoptères, ce sont véritables réserves naturelles, par

contre dans les zones agricoles leur richesse spécifique s'appauvrit rapidement ; les relations normales entre la plante et l'insecte étant modifiées par la dispersion d'herbicides ou pesticides (Higgins *et al.*, 1991). Les papillons, comme de nombreux insectes, se déplacent en élargissant leur aire de répartition, pour quelque raison, de nouvelles contrées deviennent plus favorables considérées comme refuges (Higgins *et al.*, 1991).

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physionomique qui correspond à des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques (Laouar, 2010), cette région, au climat si clément, caractérisée par une flore très riche et bien particulière, accueille de nombreux papillons (Guilbot and Albouy, 2004).

I.3 Classification

Les papillons de jours appartiennent à l'embranchement des arthropodes, à la classe des insectes, à l'ordre des Lépidoptères (Loyer and Petit ,1994). Cet ordre est divisé en homoneures, comprenant les familles les plus primitives, à nervation semblable aux deux paires d'ailes, et les hétéroneures à nervation différentes aux deux paires d'ailes. Ces derniers sont scindés en monotrysiens comprenant un seul orifice à l'appareil génital femelle, et ditrysiens à deux orifices à l'appareil génital femelle. Parmi elles, les Hétérocères ou papillon de nuit et les Rhopalocères ou papillons de jour. Cependant, une autre distinction est faite entre les microlépidoptères (Primitifs, aux pièces buccales broyeuses : Mites, teignes...) et d'autres types de Lépidoptères dites Les macrolépidoptères (Leraut, 2000).

La classification des papillons de jours est basée sur des particularités de pattes et la forme des antennes (Anonyme, 1991). Ils présentent une grande variété de formes, de tailles et de couleurs. Chaque espèce est différente de sa voisine sous sa forme adulte, mais aussi par ses œufs, ses chenilles, ses chrysalides et ces cocons. Chacune passe par des étapes différentes, à des moments différents de l'année, et chacune se nourrit de plantes différentes (Still, 1996).

Les entomologistes professionnels se fondent largement sur la nervation des ailes pour classer les espèces. Chez les rhopalocères la seule couleur suffit dans bien des cas : jaune et blanc pour les Piérides, bleu pour les Lycénidés, brun (avec ocellation) pour les satyrines (Chinery and Cuisin, 1994).

Les Rhopalocères comptent deux supers familles, les Hesperoidea et les Papilionoidea :

les Hesperoidea : occupent une place à part et par certains aspects font transition entre les Rhopalocères et les Hétérocères c'est pourquoi on leur a attribué la valeur d'une super-famille.

Les Papilionoidea : regroupent tous les autres Rhopalocères répartis en quatre grandes familles : Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae et Nymphalidae. (Chinery and Leraut, 1998)

I.3.1 Caractéristiques de quelques familles de papillons de jour

Papilionidae : Environ 700 espèces répandues partout, mais surtout aux régions tropicales. Elle réunit des espèces généralement de grande taille et très colorée avec des géants dépassant les 25 cm. Les ailes postérieures portent généralement une « queue » au bord abdominal.

Pieridae : Près de 1500 espèces connues. Les pieridae sont des papillons diurnes de taille moyenne, le plus souvent blancs ou jaunes, dont les chenilles s'attaquent d'ordinaire aux crucifères ou aux légumineuses.

Nymphalidae : Plus de 6000 espèces connues. Ces lépidoptères diurnes sont cosmopolites. Les pattes antérieures sont d'ordinaire atrophiées chez la femelle. La sous-famille des Satyrinae se distingue par le renflement de nervures des ailes antérieures.

Lycaenidae : Cette famille regroupe 6000 espèces diurnes aux antennes placées en contact avec les yeux. Les adultes sont bleus, bruns ou cuivrés. Les larves, très trapues, vivent assez souvent en symbiose avec les fourmis.

Hesperiidae: environs 4000 espèces connues, ces papillons diurnes ont les antennes nettement écartées sur la tête. Les chenilles sont caractérisées par un étranglement derrière la tête.

Zygaenidae: Ces papillons toxiques aux couleurs généralement vives et métalliques volent durant la journée. Les chenilles trapues ont une tête rétractile ; les cocons sont de consistance parcheminée. Un millier d'espèces ont été décrites.

Sphingidae: Chez ces lépidoptères robustes de taille moyenne à grande, les antennes sont plus ou moins fusiformes. Les chenilles, glabres, présentent d'ordinaire une corne sur le huitième segment de l'abdomen. Plus de milles espèces sont connues (Leraut, 1992 in Saidi, 2013).

I.3.2 Les papillons de la méditerranée

La biodiversité de région méditerranéenne est unique et se concentre notamment dans les zones refuges, territoires où des populations végétales ou animales ont pu persister durant les épisodes glaciaires-interglaciaires du Pléistocène. Les fortes hétérogénéités topographiques et climatiques de la région méditerranéenne ont aussi permis à bon nombre d'espèces de trouver un habitat favorable lors des changements climatiques. (Hewitt, 1999; Vogel *et al.*, 1999; Médail and Diadema, 2006).

La clémence du climat méditerranéen permet à quelques lépidoptères de rester en vol tout l'hiver, et d'autres, largement répandues en Europe, éclosent plutôt en méditerranée, ce qui fait qu'accentuer cette richesse. Parmi les papillons diurnes rentrant dans ces catégories, on peut citer le vulcain (*Vanessa atalanta*), le soufre (*Colias crocea*), l'échancré (*Libythea celtis*), la piéride de la biscutelle (*Euchloe simplonia*) et l'aurore de Provence (*Anthocharis euphenoides*) (Leraut, 1992). Outre cela les espèces de papillons qu'on juge caractéristiques de la région méditerranéenne sont : Le Faux-cuivré smaragdin (*Tomares ballus*), l'Aurore de Barbarie (*Anthocharis belia*), la Piéride du sisymbre (*Euchloe belemia*), la Proserpine (*Zerynthia rumina*), l'Hespérie du riz (*Gegenes nostrodamus*), le citron de provence (*Gonepteryx cleopatra*) et l'Hesperie du barbon (*Gegenes pumilio*) (Leraut, 1992; Chinery and Cuisin, 1994).

Actuellement la région méditerranéenne abrite près de 462 espèces de papillons indigènes, cependant, selon une récente étude menée par l'UICN, 19 d'entre elles sont menacées d'extinction, dont 15 sont endémiques de la région. (Numa *et al.*, 2016a)

I.3.3 Les papillons d'Algérie

En Algérie la faune lépidoptérologique a fait l'objet de plusieurs études, (Oberthür, 1876), (Oberthür, 1915) et (Rothschild *et al.*, 1920) ont réalisé un travail sur la faune lépidoptérologique de l'Algérie, ayant pour objet la répartition et la description des espèces de lépidoptères. Plus tard (Mouhouche *et al.*, 1996) ont réalisé un travail sur contribution à l'étude des noctuelles (Lepidoptera-Noctuidae), dans le littoral ouest Algérien (Staouéli). (Idder-Ighili, 2008) qui a travaillé sur les interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien), (Allache *et al.*, 2012) qui ont travaillé sur l'évolution des populations de *Tuta absoluta* Meyrick (Gelichiidae), nouveau ravageur de la tomate sous serre à Biskra (sud-est d'Algérie).

D'autres travaux ont été entrepris dans l'Est du pays, citons (Frahtia, 2005) qui a travaillé sur Diversité, déterminisme de la répartition et dynamique post-incendie des peuplements de Rhopalocères dans la région d'El-Kala. Egalement dans l'Ouest du pays, (Kacha, 2018) a réalisé un travail ayant pour objet la richesse et la diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie).

il est à rappeler que les travaux sur les rhopalocères d'Algérie présentent une bonne connaissance pour la taxonomie et la biogéographie citons les travaux de (Oberthür, 1876), (Oberthür, 1915), (Rothschild *et al.*, 1920) et (Tennent, 1996). Contrairement à l'écologie et

la biologie des rhopalocères dont les connaissances sont assez limitées on peut citer entre autre ; (Devarenne, 1981), (Sériziat, 1884; Samraoui, 1998b) , (Samraoui and Benyacoub, 1991) (Samraoui, 1993) , (Samraoui, 1996) qui ont travaillé sur ces espèces : *Danaus chrysippus*, *Catopsilia florella* et *Leptotes pirithous*.

Récemment les travaux de (Remini and Moulai, 2015) ont fait l'objet d'une synthèse des rhopalocères dans divers agroécosystèmes de la Mitidja. A citer également d'autres travaux pas encore publiés tels que ceux de (Saidi, 2013), (Zeghti, 2014) et (Ouchen and Meskaldji, 2018) qui ont contribué par des études sur les Rhopalocères dans ces régions respectivement le Parc National de Gouraya (Bejaïa) , les milieux agricoles sahariens d'Ourgla et la région constantinoise.

L'Algérie compte 120 espèces de rhopalocères (Tennent, 1996), par ce nombre l'Algérie paraît moins riche que certains pays de l'autre rive de la méditerranée , (Merit, 2015) cite que la France compte au minimum 252 espèces. La Bulgarie (214 espèces) ; la Serbie et la Macédoine abritent respectivement 192 et 204 espèces et la Grèce 235 espèces.

Parmi l'ensemble des espèces de rhopalocères confirmées en Algérie 13 sont protégées 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 (Arrêté de 1995) (Tab n °1) .

Tableau 1 : Liste des papillons Rhopalocères protégés en Algérie.

| Groupe | Famille | Espèces |
|-------------|--------------|--------------------------------|
| Rhopalocera | Papilionidae | <i>Papilio machaon</i> |
| | | <i>Iphiclides feisthamelii</i> |
| | Pieridae | <i>Aporia crataegi</i> |
| | | <i>Euchloe pechi</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | Nymphalidae | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Pandoriana pandora</i> |
| | | <i>Satyrus semele</i> |
| | | <i>Vanessa polychloros</i> |
| | | <i>Argynnis paphia</i> |
| | | <i>Melanargia galathea</i> |
| | Lycaenidae | <i>Polyommatus icarus</i> |

Il reste encore 30 espèces à inclure dans la liste des espèces animales protégées en Algérie ce qui représente 35 % des rhopalocères d'Algérie (Moulai, 2016).

I.4 Les papillons de jour comme bio-indicateurs

(Blandin *et al.*, 1986), Définissent un indicateur biologique (ou bio-indicateur) comme « ...un organisme ou un ensemble d'organismes qui - par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques - permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

De nombreux Rhopalocères sont reconnus comme étant d'excellents bio-indicateurs d'habitats particuliers, il peut s'agir d'espaces ouverts secs, de zones humides, certains d'entre eux peuvent aussi permettre de détecter la perturbation d'un habitat forestier, voire d'être spécifiques d'une strate altitudinale (Faure, 2007).

Les Rhopalocères sont des bio-indicateurs emblématiques de la valeur d'un milieu (TARRIER and DELACRE, 2008), 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). Leur influence sur les écosystèmes se manifeste autant par leur présence que par leur absence (TARRIER and DELACRE, 2008).

La présence d'un grand nombre d'espèces est un gage de bonne santé du milieu et la diversité est tout à fait souhaitable (CLAUDE, 1995b), Néanmoins les troubles climatiques, modifient l'environnement de nos aimables papillons. Lesquels régressent le plus souvent (Leraut, 2012). Les papillons pâtissent de la dégradation de l'environnement et disparaissent inexorablement (Leraut, 1992).

Dans plusieurs régions du globe, les lépidoptères sont largement utilisés comme indicateur de la santé d'un écosystème. A titre d'exemple (FERMON *et al.*, 2000), ont utilisé la densité et la diversité de la population des Nymphalidae pour déterminer l'effet des aménagements forestiers sur la biodiversité en Côte d'Ivoire.

Maculinea alcon, une espèce de papillon menacée d'extinction, a été utilisée pour déterminer la qualité de ses habitats qui sont des zones humides en Belgique et en Europe en général (Maes and Van Dyck, 2005)

CHAPITRE II :
PRESENTATION DE LA
REGION D'ETUDE

II. Présentation de la région d'étude

II.1 Le milieu physique

II.1.1 Situation géographique

La wilaya de M'Sila est située à 250 Km au sud-est d'Alger. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Bouira, Borj-Bou-Arrierij et Sétif. À l'Est par les wilayas de Batna et Biskra. Au Sud par les wilayas de Biskra et Djelfa. Et à l'Ouest par les wilayas de Djelfa et Médéa (carte N°1). La wilaya est constituée de 47 communes regroupées en 15 daïras. Sa superficie totale est de 18 175 Km², soit 0.76 % du territoire national (Fig.2).

La connaissance du milieu d'études est indispensable surtout pour les aspects biotiques et mêmes parfois pour ceux abiotiques.

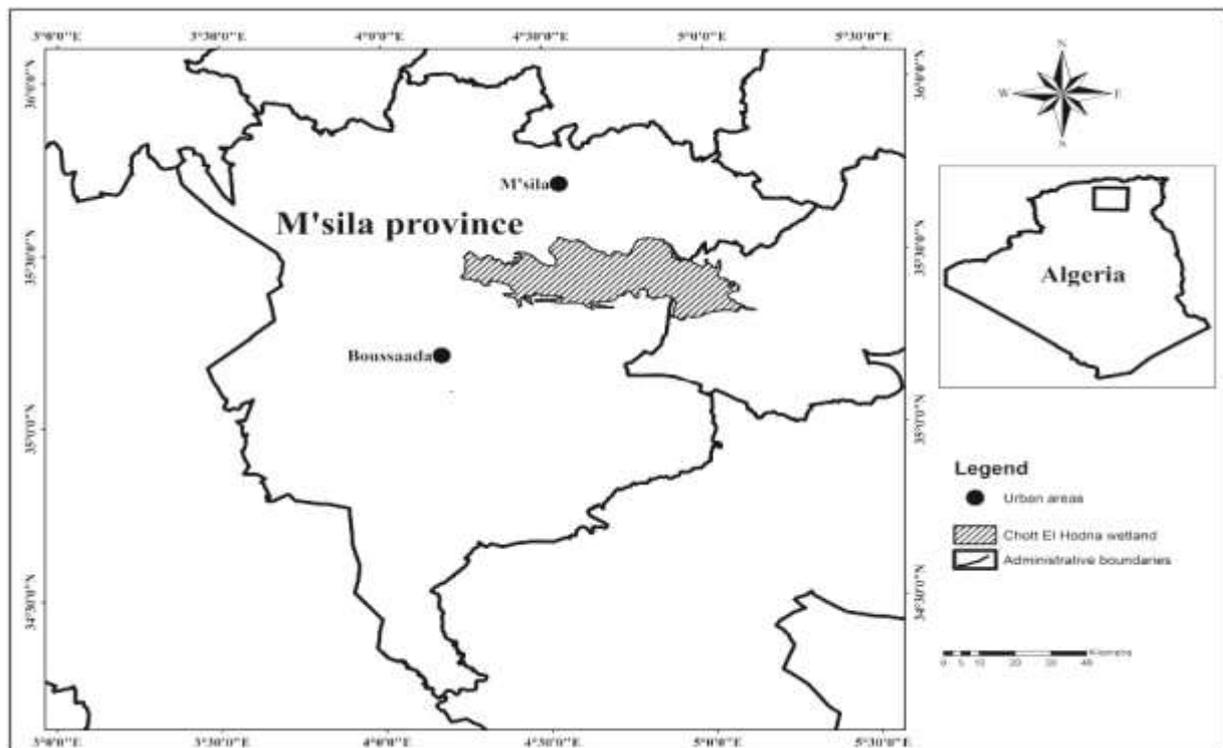


Figure 2: Localisation géographique de la région d'étude.

II.1.2 Relief

La structure physique de la wilaya de M'Sila est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles bien distinctes

- Zone de steppe couvre la plus grande partie du territoire et se caractérise par un couvert végétal clairsemé. Traduisant le degré de dégradation des parcours ;

- Zone de la plaine du Hodna où se concentre la grande part de l'activité agricole de la Wilaya (céréales. Maraîchage. Arboriculture) ; Zone de montagnes réservée à une agriculture de montagne de type extensif avec quelques massifs forestiers (Anonyme, 2008a).

II.1.3 Sols

Du Nord au Sud, les grandes zones pédologiques se caractérisent par :

Une zone de montagne xérique avec des reliefs qui dépassent parfois 1 900 m. Les sols sont des minéraux bruts d'érosion en association avec des sols bruns calcaires. Ils ne sont pas aptes à l'agriculture compte tenu de leur faible profondeur et leur relief et sont destinés beaucoup plus au reboisement. Néanmoins, il existe des dépressions avec des sols profonds bien structurés qui peuvent être exploités pour les cultures arboricoles, maraîchères, céréalières et cultures industrielles.

Une zone steppique de dépôts quaternaires anciens et moyens avec des reliefs compris entre 400 et 1 000 m d'altitude avec succession de glacis à composition granulométrique et Chimique différentes. Les sols sont de groupe sierozems sur croûte calcaire à encroûtement et à nodules calcaires. On trouve également des sols gypseux, minéraux bruts d'érosion et peu évolués.

Une zone steppique de dépôts alluviaux récents avec des passages plats et une altitude de 400 à 500 m. Les sols sont surtout peu évolués, d'apport alluvial en différents degrés affectés par des sels.

Une zone subdésertique sableuse avec des dunes de sable. Elle est située au sud du chott El Hodna avec une altitude de 400 à 600 m, et des microreliefs ondulés dus à la présence de dunes et de sebkhas. On rencontre deux types de sols : l'un à texture minérale, il est le plus répandu, l'autre à texture moyenne ou variable en profondeur.

Une zone subdésertique sablo-caillouteuse qui comprend la partie septentrionale de l'atlas saharien. Les reliefs sont compris entre 600 et 1000 m, avec de nombreux cônes et glacis d'accumulation à matériaux grossiers. Les sols dominants sont de types minéraux bruts d'érosion sur croûte et encroûtement, ils ne sont pas recommandés pour l'agriculture, mais plutôt pour le pâturage.

Il existe aussi des sols peu évolués ou sierozems à nodules calcaires qui peuvent être utilisés pour les cultures en irrigué (Anonyme, 2008a).

Ainsi, la moitié des terres de la S.A.T de la wilaya est composée de sols squelettiques, sensibles à la dégradation et qui ne sont pas aptes à l'agriculture. Sauf au niveau des dépressions et dayas (Anonyme, 2008a).

II.1.4 Ressources hydriques

Le territoire de la wilaya de M'Sila est un immense bassin versant qui reçoit le flux pluvial grâce aux différents oueds qui sont alimentés à partir des bassins versants de la wilaya et ceux des wilayas limitrophes particulièrement au Nord (Bouira et Borj Bou Arrerij). Selon (Anonyme, 2008a) les capacités hydriques sont estimées à 540 millions de m^3 dont 320 millions de m^3 en eaux superficielles (soit 59,25% de la capacité totale), et 220 millions de m^3 en eaux souterraines (soit 40,74%).

II.1.4.1 Les oueds

Le réseau hydrographique est constitué de nombreux oueds, dont les plus importants sont : Oued El Lahem, Oued El Ksob, Oued M'cif, Oued M'Sila, Oued Maïtar, et Oued Boussaâda, dont la plupart se jettent au chott El Hodna.

II.1.4.2 Les nappes

La wilaya possède des potentialités importantes en eaux souterraines. La structure hydrogéologique du Hodna renferme beaucoup de formations aquifères réparties sur plusieurs niveaux depuis le jurassique jusqu'au quaternaire.

Deux types de nappes sont connus à travers le territoire de la wilaya :

- Nappe phréatique : peu exploitée car ces eaux sont très chargées et saumâtres ;
- Nappes profondes : dont les plus importantes, la captive du Hodna (133 millions m^3 /an) et d'Ain Irrich (8 millions m^3 /an).

Le volume d'eau mobilisé pour l'irrigation est estimé à 151 millions de m^3 , réparti respectivement entre les eaux superficielles avec 35 millions de m^3 et les eaux souterraines avec 116 millions de m^3 .

Les disponibilités hydriques destinées à l'agriculture sont donc importantes et sont constituées principalement :

- d'un barrage (El Ksob) avec un volume mobilisé de 29 millions m³/an qui irrigue 4 840 ha ;
- des forages au nombre de 4 520
- des puits au nombre de 2 600
- des retenues collinaires au nombre de 3, et enfin d'autres sources naturelles qui irriguent 5000 ha (Anonyme, 2008a).

II.2 Climat et bioclimat

II.2.1 Données climatiques

II.2.1.1 Origine des données

L'Office National de Météorologie (ONM) dispose d'une station météorologique Opérationnelle dont la disponibilité des données concerne la pluviométrie, les températures et le vent. Cette station se présente comme suit :

Station de Boussaâda: coordonnées géographiques :

35° 19' N de latitude, 4° 12' E de longitude et 461 m d'altitude.

Nous avons été encouragés à prendre en considération les données de l'ONM étant donné :

- C'est des données de station opérationnelle et la plus proche de notre zone d'étude.
- Les données des autres sources sont relativement anciennes et sans continuité récente.

II.2.2 Variables climatiques

Les individus et les populations sont sous la dépendance des facteurs de leur environnement dont les principaux facteurs sont: la lumière, la température, l'eau, l'air, le sol et les vents. (Duvigneaud, 1980) .

De même (Dajoz, 1975), note que Tous les insectes sont soumis dans milieu où ils vivent aux actions d'agents climatiques très variés qui conditionnent leur action et leur répartition géographique.

II.2.2.1 Les précipitations et les régimes saisonniers

La pluviométrie est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (Ramade, 1984). Ce même auteur en 2003, a défini la pluviométrie comme (la quantité totale de précipitations telles que la pluie et la neige, reçue par unité de surface et de temps). Selon (Barbault, 1997) la disponibilité en eau du milieu et l'hygrométrie atmosphérique jouent un rôle essentiel dans l'écologie des organismes Terrestres.

Le tableau n°02 regroupe les hauteurs mensuelles des précipitations dans la station météorologique de Boussaâda. On remarque grande variabilité entre les mois et entre les deux années. Les précipitations moyennes annuelles oscillent entre 133.4 et 169.35 mm dans la zone d'étude.

Durant l'année 2015 septembre est le mois le plus pluvieux par contre novembre et décembre se sont les mois les plus sec.

Quant à l'année 2016 la quantité de la pluie la plus importante est de 38 mm enregistrée durant le mois de novembre et la plus faible est de 1.4 mm notée au mois d'aout. Ceci montre que les pluies ne sont pas régulières.

Tableau 2 : Variations mensuelles des précipitations de la Station de Boussaâda pour la période 2015-2016.

| | | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juillet | Août | Sep | Oct | Nov | Déc | Ann |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|---------|------|-----|-----|-----|------|-------|
| 2015 | P | 7.2 | 17. | 10.1 | 7.5 | 1.4 | 14.7 | 18. | 22.6 | 33 | 0.9 | 0 | 0 | 133.4 |
| | (mm) | | 5 | | | | | 5 | | | | | | |
| 2016 | P | 9.5 | 5.8 | 6 | 37. | 12. | 2.9 | 15. | 1.4 | 2.6 | 10. | 38 | 28.4 | 169.3 |
| | (mm) | | | | 1 | 1 | | 2 | | | 3 | | 5 | 5 |

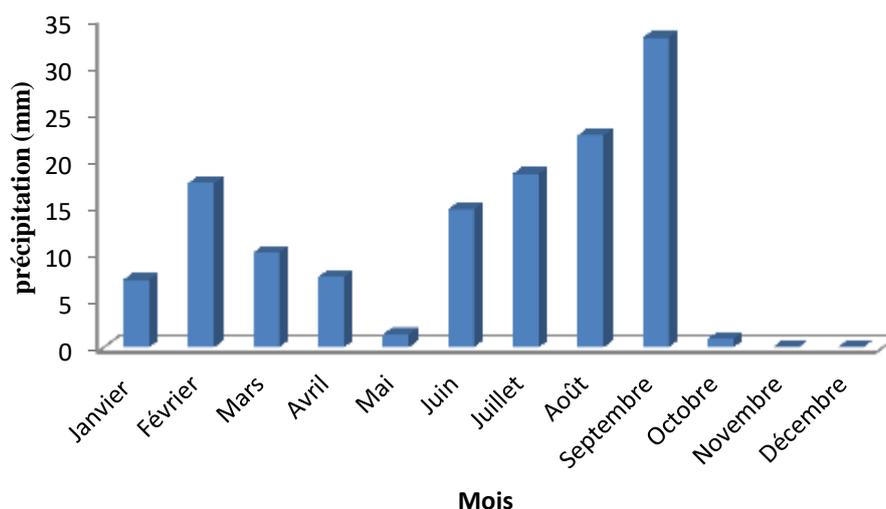


Figure 3 : Répartition mensuelle de la précipitation (2015). (Anonyme, 2016).

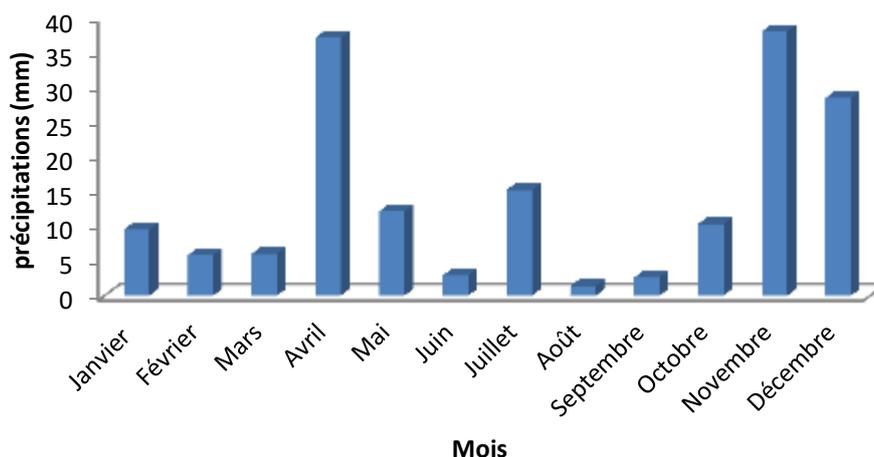
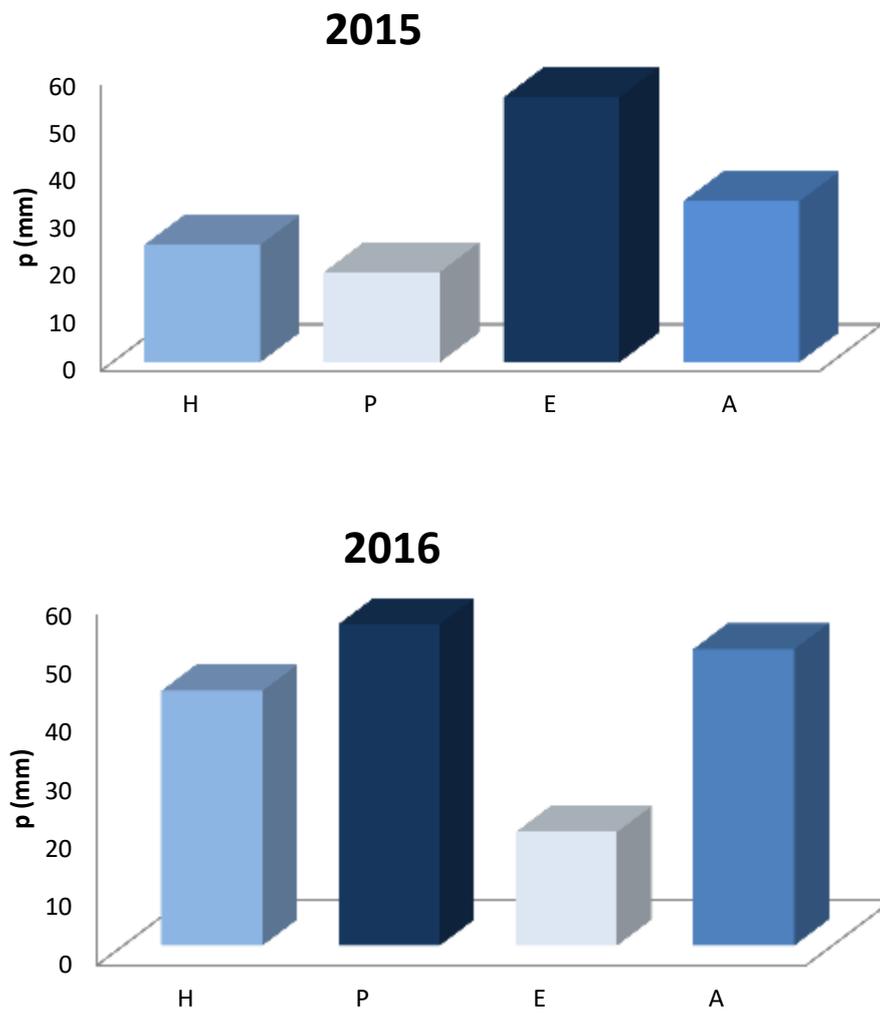


Figure 4 : Répartition mensuelle de la précipitation en (2016). (Anonyme, 2016).

Le régime saisonnier dans la région d'étude est très variable pour l'année 2015 il est de type E.A.H.P. contrairement pour l'année 2016 qui est de type P.A.H.E, la figure N °05 montre que le minimum des précipitations est observé en printemps pour l'année 2015 et en été pour l'année 2016, il n'en n'est pas de même pour le maximum qui s'observe en printemps et en été aussi.

Tableau 3 : Régime saisonnier de la région de M'sila pour la période 2015-2016.

| Année | Automne | Hiver | Printemps | Eté | Cumul (mm) | Type de Régime saisonnier |
|-------------|---------|-------|-----------|------|------------|---------------------------|
| 2015 | 33.9 | 24.7 | 19 | 55.8 | 133.4 | EAHP |
| 2016 | 50.9 | 43.75 | 55.2 | 19.5 | 169.35 | PAHE |



H : hiver (décembre) (janvier) (février)

P : printemps (mars)(avril) (mai)

E : été (juin) (juillet) (août)

A : automne (septembre) (octobre) (novembre)

Figure 5 : Histogrammes des régimes saisonniers des précipitations au niveau de la wilaya de M'sila pour la période 2015-2016.

II.2.2.2 Températures

Pour (Dreux, 1980) ,la température est le facteur climatique le plus important. En fait la température intervient pour une grande part dans le développement des insectes.

Selon (Dajoz, 2007) la température et les autres facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes.

Tableau 4 : Températures mensuelles minimales (m). Maximales (M) et moyennes (Moy) dans la station météorologique de Boussaâda (2015-2016).

| | | Mois | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| T (C°) | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 2015 | Max | 15 | 14.2 | 20.4 | 27.5 | 34. | 39. | 38.4 | 32.3 | 25.6 | 20.5 | 16. | 16.8 |
| | | | | | | 7 | 7 | | | | | 8 | |
| | min | 3.6 | 5.4 | 7.7 | 12.9 | 20. | 23. | 24.1 | 20 | 14.7 | 8.2 | 1.6 | 1.9 |
| | | | | | | 3 | 3 | | | | | | |
| M+m/ 2 | 9.3 | 9.8 | 14.0 | 20.2 | 27. | 31. | 31.2 | 26.1 | 20.1 | 14.3 | 9.2 | 9.35 | |
| | | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | |
| 2016 | Max | 17 | 18.4 | 20.2 | 26 | 30. | 35. | 39.2 | 37.7 | 32.4 | 29.3 | 15. | 15.3 |
| | | | | | | 2 | 8 | | | | | 3 | |
| | min | 4.7 | 6.7 | 7.8 | 13.1 | 16. | 20. | 23.5 | 22.8 | 18.8 | 14.3 | 5.7 | 5.8 |
| | | | | | | 2 | 8 | | | | | | |
| M+m/ 2 | 10 | 12 | 14 | 19.5 | 23. | 28. | 31.3 | 30.2 | 25.6 | 21.8 | 10. | 10.5 | |
| | .85 | .55 | | 5 | 2 | 3 | 5 | 5 | | | 5 | 5 | |

(Anonyme, 2016)

Max : la moyenne mensuelle des températures maximales.

Min : la moyenne mensuelle des températures minimales.

Moy : les températures mensuelles moyennes.

D'après ces données, nous relevons que dans la région d'étude, En 2015 le mois le plus chaud est juin avec une température moyenne de 31.25 °C., une température moyenne maximale de 38.4°C., et une température minimale de 24.1 °C.

Le mois le plus froid est novembre avec une température moyenne de 9.2 °C., une température moyenne maximale de 16.8°C., et une température minimale de 1.6 °C. Pour l'année 2016 le mois de novembre est le mois le plus froid avec une température moyenne de 10.5°C. Le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne de 31.35°C.

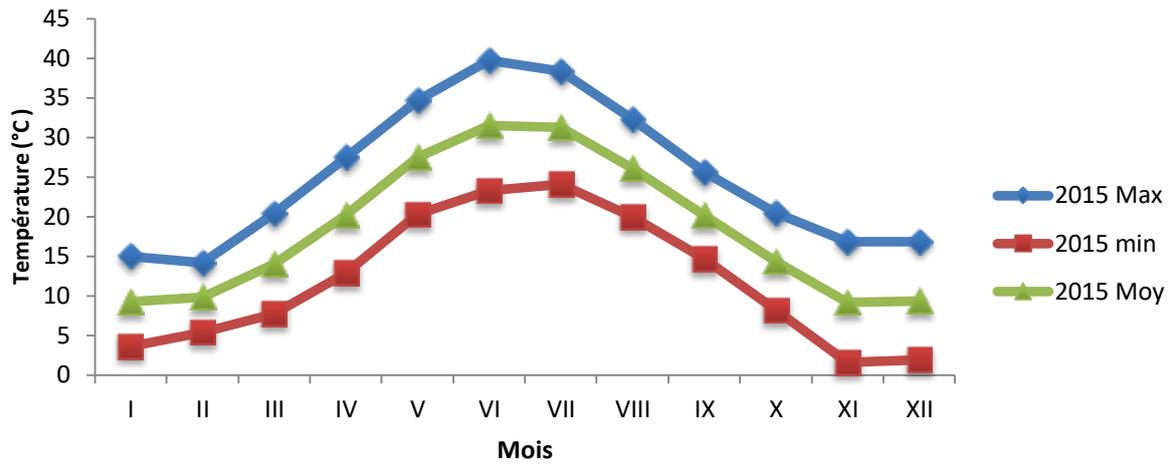


Figure 6 : Variation mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales dans la wilaya de M'sila durant l'année (2015)

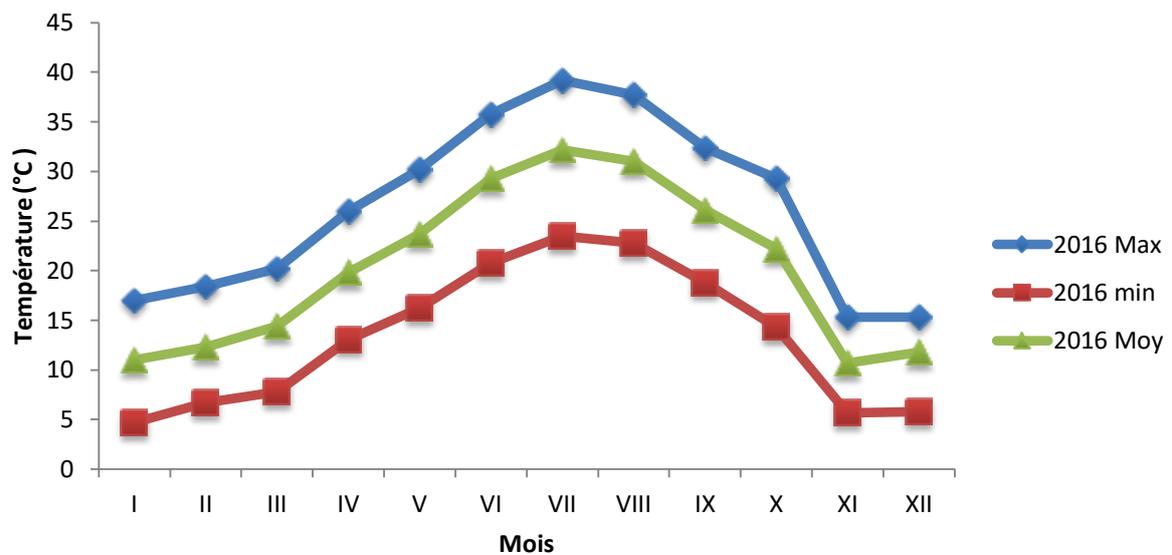


Figure 7 : Variation mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales dans la wilaya de M'sila durant l'année (2016)

II.2.2.3 Les vents

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. (Faurie.C. *et al.*, 1984) considèrent que le vent exerce une influence sur les êtres vivants. Effectivement, (Dajoz, 1996) signale que le vent a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité. Sa vitesse est ralenti au niveau du sol ainsi que dans la végétation. C'est un agent de dispersion des animaux et des végétaux. La vitesse des vents maximaux mensuels en m/s, notées dans la région d'étude durant les années 2015 et 2016 sont mentionné dans le tableau 05.

Tableau 5 : Vitesses moyennes des vents des années 2015 et 2016 relevées dans la région de M'sila (Anonyme, 2016)

| Mois | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Vitesses (m/s) | 2015 | 3.4 | 6.5 | 3.2 | 2.1 | 3.1 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2 | 1.9 | 0.2 | 0.2 |
| | 2016 | 2.5 | 4.4 | 4.6 | 3.2 | 3.5 | 2.9 | 2.7 | 2.0 | 2.1 | 2 | 1.4 | 1.4 |
| | Moy | 3.0 | 5.5 | 3.9 | 2.7 | 3.3 | 2.7 | 2.6 | 2.1 | 2.0 | 1.8 | 0.8 | 0.8 |

A partir du tableau 05. Nous remarquons que durant l'année 2015 la vitesse mensuelle moyenne des vents la plus élevée est enregistrée au mois de février avec 6.5 m/s. et la valeur minimale est mentionnée pendant les mois de novembre et décembre avec 0.2 m/s, de même ces mois prennent les valeurs les plus basses dans l'année 2016 avec 1.4 m/s , le mois qui a marqué la valeur la plus importante est le mois de Mars avec 4.6 m/s .

II.2.2.4 Humidité

C'est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (Dreux ,1980). Elle agit sur la densité des populations animales provoquant une diminution du nombre des individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables (Dajoz ,1971). Les taux d'humidité enregistrée durant les années 2015 et 2016 sont représentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Humidité moyenne mensuelle (en%) des années 2015 et 2016 relevées dans la région de M'sila (Anonyme, 2016)

| Mois | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------------|------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| Humidité H % | 2015 | 63. | 63.7 | 50. | 39.8 | 35.5 | 29. | 40. | 51.9 | 62. | 66.1 | 70. | 70. |
| | 2016 | 4 | | 8 | | | 8 | 7 | | 1 | | 4 | 4 |
| | Moy | 63. | 56.6 | 48. | 49.3 | 42.6 | 36. | 29. | 34.6 | 45. | 47.2 | 78. | 78. |
| | H % | 6 | 2 | 8 | | | 6 | 9 | | 5 | | 2 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| Moy | 63. | 60.1 | 49. | 44.5 | 39.0 | 33. | 35. | 43.2 | 53. | 56.6 | 74. | 74. |
| | 3 | 5 | 8 | 5 | 5 | 2 | 3 | 5 | 8 | 5 | 3 | 3 |

En 2015, La région est caractérisée, par une humidité moyenne qui oscille entre 29.8 et 70.4%, cette valeur est la plus élevée, prélevée au mois de décembre alors que la plus basse a atteint 29.8% au mois de juin. Quant à l'année 2016, le minimum a atteint 29.9 % au mois de juillet et un maximum de 78.2% au mois de Novembre.

II.2.3 Synthèses bioclimatiques

Les bioclimats conditionnent la répartition géographique actuelle des êtres vivants et des biocénoses à la surface de la terre et dans les océans et déterminent. En même temps. Leur périodicité annuelle. Qui se manifeste partout par un rythme saisonnier régulier (Robyns, 1969).

II.2.3.1 Diagramme ombrothermique

D'après (Bagnouls and Gaussen, 1957) un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P. exprimé en mm. Est égal ou inférieur au double de la température moyenne T. du mois. Exprimée en degré centigrade. Partant de ce principe. La durée et l'importance de la période sèche peuvent être déterminées par le diagramme ombrothermique proposé par ces deux auteurs. Ce diagramme est obtenu par un graphique où les mois de l'année sont en abscisse. Les précipitations moyennes mensuelles (P en mm). En ordonnée de gauche. Les températures (T en degrés centigrades). En ordonnée de droite et à une échelle double. La période sèche s'individualise lorsque la courbe des précipitations passe sous celle des températures. C'est à dire lorsque $P < 2T$. La période sèche est de trois à quatre mois dans la zone d'étude (Figure 08).

II.2.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique s'exprime par la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000 P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \text{ Ou } Q2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Où P représente la moyenne des précipitations annuelles en mm. (M) la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et (m) la moyenne des minima du mois le plus froid. Les températures étant exprimées en degré absolu ($0^{\circ}\text{C} = 273.16^{\circ}\text{K}$). Le (M) et le (m) représentent les seuils entre lesquels. Dans un endroit donné. Se déroule la vie végétale. Le facteur $M+m/2$ exprime la moyenne; $M-m$ traduit l'amplitude thermique extrême ou la

continentalité ou plus exactement l'évaporation (Emberger, 1930; Emberger, 1955). "D'une manière générale. Un climat méditerranéen est d'autant moins sec que le quotient est plus grand"

Notons que si l'on préfère utiliser les températures en degrés Celsius. d'un maniement plus aisé (Daget, 1977) l'expression de Q2 devient:
$$Q2 = \frac{2000 P}{(M+m+546.4) (M-m)}$$

En combinant sur un climagramme (m) en abscisse et le quotient pluviothermique en ordonnée pour définir les étages bioclimatiques (ou ambiances bioclimatiques).

La région d'études se trouve dans une ambiance bioclimatique aride. Avec à hiver Tempéré (Tableau 07) et (Figure 09).

Tableau 7 : Valeurs de M. m. P et du Q2 pour la zone d'étude

| Station | Altitude | M | m | P | Q2 | Ambiance bioclimatique |
|------------------|----------|------|-----|--------|-------|------------------------|
| Boussaâda | 461 | 39.2 | 4.7 | 169.35 | 16.40 | Aride à hiver Tempéré |

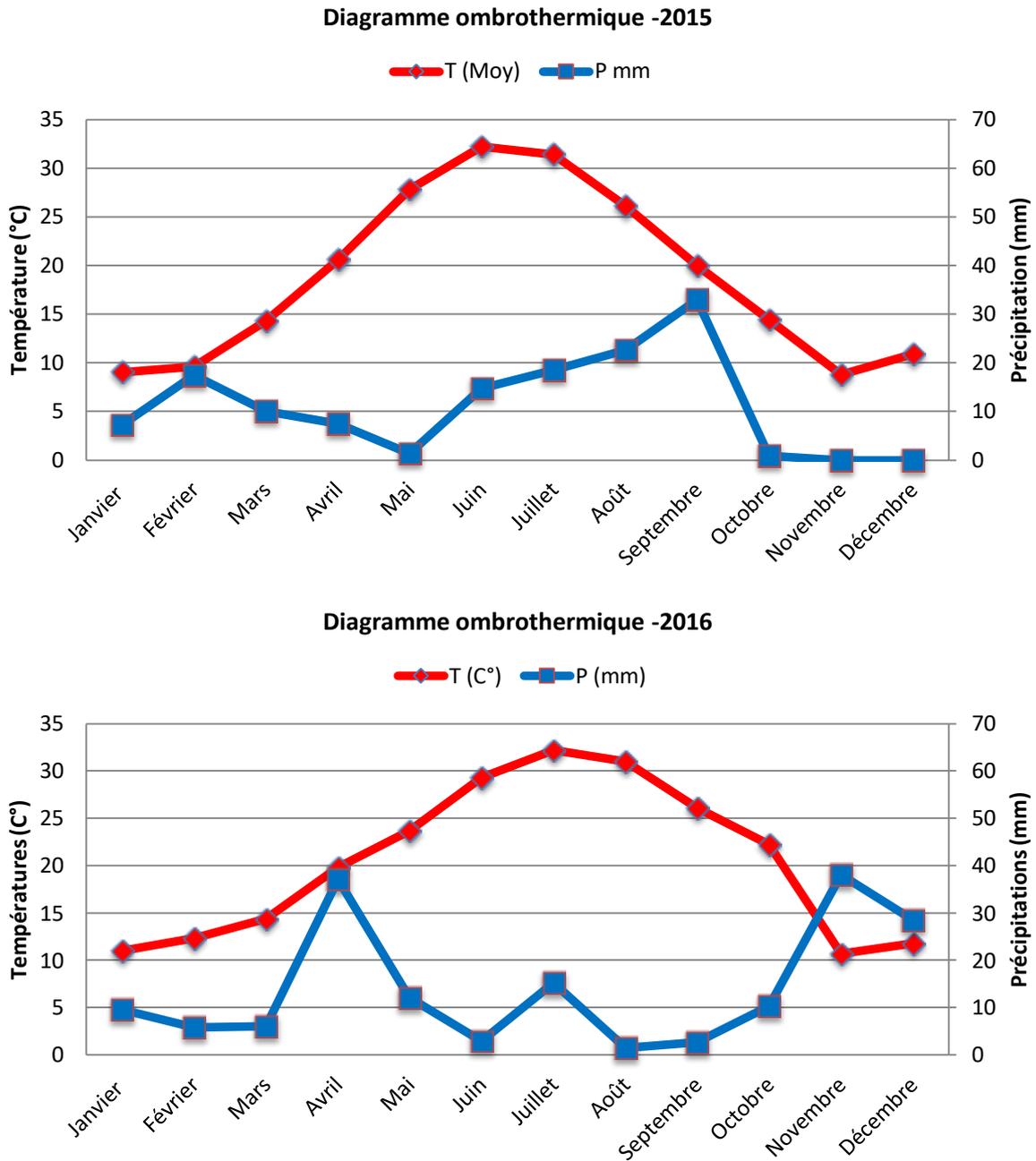


Figure 8 : Diagrammes ombrothermiques pour la région de M’sila des années 2015, 2016.

Le diagramme ombrothermique pour l’année 2015. Montre que celle-ci est marquée par l’existence d’une longue période sèche qui s’étale presque toute l’année. Cependant l’année 2016 est marquée par deux périodes distinctes. La première sèche qui débute de mois de janvier jusqu’à la mi-octobre et la deuxième humide qui va de mi-octobre jusqu’à la fin d’année.

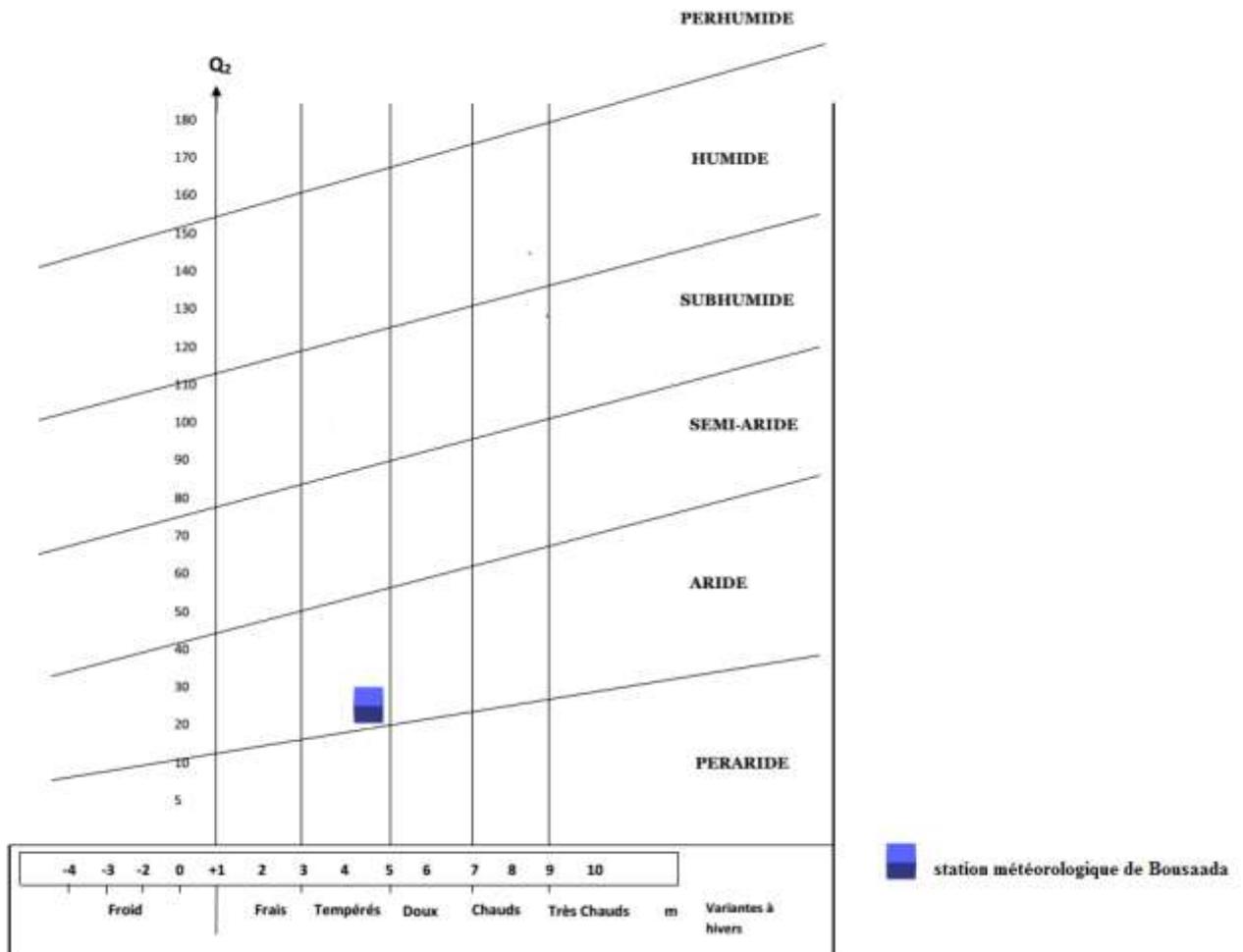


Figure 9 : Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région d'étude.

II.2.4 Les caractéristiques floristiques de la région d'étude

Les botanistes considèrent la région hodnéenne comme une enclave du désert (domaine Saharien septentrional). Le Chott El Hodna regroupe d'un point de vue floristique un ensemble d'espèces endémiques, représentatives tant de l'élément méditerranéen que de l'élément saharo-arabique. Le couvert végétal se caractérise par :

- Un paysage de la Steppe à Alfa qui se trouve aussi bien dans les crêtes aplaties des collines que dans leurs pentes et dans la partie sommitale des ravins. Les lichens sont représentés par *Psora decipens* et *Toninia coeruleo-nigricans*. Au niveau des ravins, nous rencontrons: *Rhus tripartitus*, *Pistacia atlantica*, *Asparagus albus* et *Ephedra major*.
- Un paysage de la Steppe à *Salsola vermiculata* et *Artemesia campestris*. Dans les lits d'oueds et les petites dépressions, on note une prépondérance de: *Artemesia campestris*.
- Un paysage des dayas où on y rencontre: le Pistachier de l'Atlas et le Chien dent. Il est à noter que de nombreuses essences forestières ont été introduites dans le cadre des reboisements, telles que le Pin d'Alep, le Cyprès, le Pistachier et l'Acacia (Kaabache, 1990).

II.2.5 Les caractéristiques faunistiques de la région d'étude

De nombreux travaux sur la faune ont été effectués qui s'articulent généralement sur la réserve naturelle de Mergueb et la zone humide du chott el hodna cette dernière est classée dans la liste des zones humides d'importance internationale de RAMSAR (Anonyme, 2002).

En prenant en compte les données, relatives aux régions steppiques d'Afrique du Nord, citées par divers auteurs notamment (Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991; Le Houérou, 1995) et les données répertoriées dans le « projet de classement de la réserve naturelle d'El-Mergueb » (Kaabeche, 2004), on observe que malgré la nette différence de superficie, la réserve possède une véritable richesse faunistique. Ainsi, sur un total de 85 espèces de Mammifères, 23 sont représentées dans la réserve, sur 175 espèces d'oiseaux, 87 (dont 43 sédentaires) sont répertoriées dans la réserve et enfin 12 espèces de reptiles sur 73 figurent dans le site de la réserve. Cependant au-delà de l'importance de cette richesse faunistique, la réserve d'El-Mergueb constitue l'habitat privilégié de nombreuses espèces protégées à l'échelle du globe (la gazelle de cuvier, connue localement sous le nom de « edemi », l'outarde houbara et le fennec constituent de véritables joyaux de cette réserve) (Hadjab *et al.*, 2016).

Il est à citer aussi les travaux de (Bounaceur *et al.*, 2016) sur le statut et la distribution spatiale de la gazelle de l'Atlas *Gazella cuvieri* dans plusieurs wilayas entre autre M'sila , et les travaux de (Benamor, 2014) plus précisément dans la région de Djebel M'saad.

Pour les Invertébrés, il est à noter les travaux sur les insectes en générale de (Doumandji *et al.*, 1993) ; (Chebouti-Meziou *et al.*, 2011) sur l'orthoptères. Parallèlement les études concernant les oiseaux sont réalisées par (Sellami and Belkacemi, 1989) ; (Sellami *et al.*, 1992) ; (Doumandji and Doumandji-Mitiche, 1994) ; (Biche *et al.*, 2001).

Quant à (Sellami, 1998) il s'est intéressé aux mammifères. Dans la réserve naturelle de Mergueb il existe 83 espèces d'oiseaux reparties entre 60 genres et 31 familles (Sellami *et al.*, 1992) , selon (Chebouti-Meziou *et al.*, 2011) la prédominance des oiseaux insectivores est de 45,7 %. Par contre les carnivores représentent 20,5% du peuplement.

Concernant les rhopalocères une seule étude a été faite (Vodă *et al.*, 2016), sur les caractéristiques et la structure génétique des communautés insulaires de papillon d'un secteur intercontinental dans le méditerranéen (l'Italie-Sicile-Maghreb).

CHAPITRE III :
MATERIELS ET
METHODES

III. Matériels et méthodes

III.1 Présentation des stations d'étude

III.1.1 Présentation des stations d'étude

L'étude de la diversité des rhopalocères de la région de M'sila nécessite la prospection d'un grand nombre de stations représentatives de la faune dans plusieurs écosystèmes.

Quatre milieux ont été explorés à savoir le milieu forestier, les steppes, milieu rudérale et le milieu agricole. Au sein de chaque milieu dix stations ont été choisies qui représentent des différentes localités (Fig.10).

Le choix des stations est lié à plusieurs facteurs, notamment l'accessibilité, la physionomie de la végétation et la présence de groupements végétaux caractéristiques à chaque station.

Notre démarche, vise à étudier la composition et la structure des papillons de jour (Rhopalocères) dans différentes stations de la région de M'sila durant deux années successives.



Figure 10 : localisation des stations d'études dans la wilaya de M'sila.

1. Hamam Dalaa
2. Maadhid
3. Banniou
4. Sidi Ameer
5. Boussaâda
6. Temsa
7. Kharza
8. Mdjadel
9. Djbel Msaad
10. Ain El melh

La description de la végétation de chaque site est réalisée grâce à des transects végétaux de 50 x 10 mètres pour représenter la physionomie et la structure de la végétation qui recouvre l'aire d'expérimentation d'après (Faurie *et al.*, 1977), les plantes constituent souvent le meilleur (réactif) aux conditions du milieu.

III.1.1.1 Milieux agricoles

Dans le milieu agricole, nous avons explorées dix exploitations agricoles cet échantillonnage répond aux objectifs fixés au départ. Il a été construit sur une base qualitative, afin de représenter la diversité des cultures dans la région de M'sila. Les stations sont divisées par type de cultures en 05 catégories il s'agit de cultures céréalières, cultures maraichères, des verges oléicoles, des vergers d'abricotiers et des vergers d'arbustes fruitiers.

Tableau 8 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieux agricoles dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016.

| Type de culture | Les stations | Cordonnés géographiques | Altitude moyenne |
|------------------------------|--------------|---------------------------------|------------------|
| Culture céréalière | Kharza | 35° 14'24.7" N 3° 41'01.1" E | 761 m |
| | Djbel Mesaad | 35° 0'58.01"N 4° 0'58.48"E | 986 m |
| Culture maraichères | Ain Melh | 35° 52'5.64"N 4° 7'46.84"E | 987 m |
| | Bousaâda | 35° 16'44.1" N 4° 16'08.2"E | 472 m |
| Verges oléicoles | Temsa | 35° 09'56.5"N 3° 55'48.3"E | 778 m |
| | Hamam Dhalaa | 35° 55'42.2" N 4° 14'05.9" E | 775 m |
| Vergers d'abricotiers | Sidi Ameer | 35° 22'22.8"N 3° 54'50.2"E | 801 m |
| | Banniou | 35° 22'32.24"N 4° 15'51.95"E | 424 m |
| Vergers d'arbustes | Mdjadel | 35° 01'21.9" N | 1011m |

| | | | |
|------------------|--------|---------------|-------|
| fruitiers | | 3° 37'47.3" E | |
| | Maadid | 35°47'22.28"N | 988 m |
| | | 4° 41'47.90"E | |

III.1.1.1.1 Cultures céréalières

A M'sila, Les grandes cultures en irrigué sont localisées essentiellement dans les hautes plaines de Boussaâda et toute au tour du chott El Hodhna, les communes concernées sont : Maarif, Khoubana, M'cif, El Houamed, Ain Khedra,...Leurs superficie est de 26869,61 ha.

Pour notre étude deux parcelles ont été choisies dans les localités de Kharza et de Djbel Mesaad dans des exploitations privées dans leurs cultures est destinée à la semence. Elles sont caractérisées par la présence d'une seule strate végétale à savoir celles des herbacées. Ce sont milieux ouverts (Anonyme, 2011).

Plusieurs espèces végétales adventices sont rencontrées au niveau des céréales ;

Sinapssis arvensis, *ruta chalepnsis*, *anagallis arvensis*, *inula viscosa*, *calendula arvensis*, *adonis aestivalis* et *cirsium arvense*.

III.1.1.1.2 Cultures maraichères

Les cultures maraichères dans la wilaya de M'sila sont situées essentiellement dans la partie Sud-Ouest du Chott el Hodna, formant un large périmètre agricole de Rabta à Bir Roubei via Bir Hani et dans les communes de Maarif, Khoubana et Boussaâda, associées à l'arboriculture et à quelques parcelles de grandes cultures en irrigué, elles sont néanmoins cernées par un important cordon dunaire dans leurs partie Sud au Nord de la ville de Boussaâda.

Le reste des autres cultures maraichères est éparpillé au Nord et au Sud de la wilaya. Au le Nord c'est les communes de M'sila, Ouled Derradj et Ouled Madhi, et au Sud c'est les communes de Mohamed Boudiaf, Ain el Melh et Ain Rich qui clôturent l'ensemble de cette occupation. Les cultures maraichères représentent une surface de 5569,44 ha soit 0,31% par rapport à la surface totale de la wilaya (Anonyme, 2011).

Les parcelles choisies sont situées dans les localités de Boussaâda et d'Ain el Melh ou on peut trouver des cultures variées ; Laitue *Lactuca sativa*, carottes et des betteraves *Beta vulgaris*.

La strate herbacée est la seule strate végétale qui domine ces deux parcelles. Plus la culture principale d'autres espèces adventives sont présentes on note entre autres ;

Raphannus raphanistrum, *Euphorbia helioscopia*, *Salvia verbenaca*, *Thapsia garganica*, *Inula viscosa*.

Du point de vu physiologique, les cultures maraichères sont considérées comme un milieu ouvert.

III.1.1.1.3 Vergers oléicoles

C'est dans l'ensemble des hautes plaines d'Ain el Hedjel- M'sila d'Est en Ouest où l'on retrouve les principales oliveraies. Leurs tailles sont variables (de quatre à une trentaine d'hectare) et sont situées à proximité des habitations.

Dans la partie Centre Sud, d'autres champs d'oliviers sont situés dans les communes de Sidi Ameur, Menaâ et el Hamel. Leurs surfaces totale est de 4883,73 Ha soit 0,27%.

Les deux vergers retenus se localisent au niveau de la commune de Hamam Dalaa au nord et à la commune de Temsa au sud. Le premier milieu est ouvert par contre deuxième milieu est semi ouvert à ouvert (Anonyme, 2011).

Les oliveraies sont de jeune âge (environs huit ans) conduit en semi intensif et en irrigué.

Les espèces végétales adventices les plus dominantes dans ces deux vergers sont :

Malva sylvestris, *Teucrium polium*, *Rosmarinus officinalis*, *Calendula arvensis* et *Beaganum harmala*.

III.1.1.1.4 Culture arboricole

L'arboriculture occupe une place importante dans la wilaya de M'sila, avec une superficie remarquable de 12781,7 ha représentant un pourcentage de 0,71%.

Les principaux vergers arboricoles sont situés de part et d'autre du chott el Hodna (zone Nord plaine de M'sila et la zone Sud au Nord de Boussaâda ainsi que l'axe routier de BirHenî à Bir Guellalia longeant le Chott el Hodna dans sa partie Sud). Dans la partie Nord, c'est dans les communes d'Ouled Madhi, Soumaa, M'tarfa, Ouled Derradj et particulièrement sur à l'Est de M'sila sur la rive droite de l'oued Ksob. Et dans la partie Sud, l'arboriculture associée aux cultures maraichères est présente dans les communes de Maarif, Khoubana, M'cif et le Nord De Boussaâda El Houamed (Anonyme, 2011).

III.1.1.1.4.1 Vergers d'abricotiers

Les vergers d'abricotiers se situent dans les localités de Sidi ameur et Banniou en zone préurbaine, le dernier est bien entretenu traité et désherbé par contre le premier est infesté par quelques espèces de plantes adventices : *Rosmarinus officinalis*, *Calendula arvensis*, *Adonis aestivalis*, *Beaganum harmala* et *ruta chalepnsis*.

Vu leur physiologie ces vergers sont considérés comme milieux semi-ouverts.

III.1.1.1.4.2 Vergers d'arbustes fruitiers

Les deux vergers d'arbustes fruitiers sont caractérisés par la présence des espèces à noyaux (grenadiers) et à pépins (Poirier, pommier) les deux vergers forment un couvert végétal plutôt semi-ouvert. On distingue trois strates (arborescentes, arbustives et herbacées).

Les espèces végétales adventices les plus dominantes sont *Euphorbia helioscopia*, *Malva sylvestris*, *Cynodon dactylon*, *Ruta chalepensis* et *Fumaria officinalis*.

III.1.1.2 Milieux naturels

Trois stations ont été choisies il s'agit du milieu forestier, milieu steppique et milieu rudérale au sein de chaque station il existe dix (10) sous stations.

III.1.1.2.1 Milieu forestier

Dans cette vaste région aux conditions climatiques difficiles, les terres Forestières (forêts, maquis et reboisement) représentent une superficie très faible Totalisant 155622,52 ha soit 8,68% de la superficie totale de la wilaya.

Dans la wilaya de M'sila, l'occupation forestière est concentrée au niveau de Trois zones qui regroupent l'essentiel du couvert forestier :

- partie Nord-Nord-Est (Massif de Dreat et Maadid)
- partie centre (Massif de Medjedel, Djebel Messad et le Djebel Meherga au Sud du Chott el Hodna)
- partie Sud (Djebel Boukhill)

On peut citer quelque forêts importantes telle que la forêt de Ouanougha, la Forêt d'Ouled Khlouf, celle de Medjedel, Messad, la forêt de Zmeira. (Anonyme, 2011).

Tableau 9 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu forestiers dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016.

| Les stations | Coordonnées géographiques | Altitude |
|-------------------|-------------------------------|----------|
| Sidi Ameer | 35°20'5.82"N 3°52'7.59"E | 938 m |
| Temsa | 35° 8'27.86"N 3°59'48.32"E | 922 m |
| Bousaada | 35° 13' 26.9" 4° 10'10.7" | 561 m |
| Banniou | 35°25'6.28"N 4°21'33.13"E | 399 m |

| | | |
|--------------------|-------------------------------|--------|
| Ain Melh | 35°46'15.2"N 4°15'06.7"E | 856 m |
| Djbal Msaad | 35°0'17.79"N 4°7'10.28"E | 1172 m |
| Mdjadel | 35°5'36.57"N 3°38'42.44"E | 1028 m |
| Hamam Dalaa | 35°57'35.20"N 4°14'0.34"E | 865 m |
| Maadid | 35°47'31.59"N 4°41'30.79"E | 757 m |
| Kharza | 35°19'15.4"N 3°51'02.1"E | 884 m |

III.1.1.2.2 Milieu steppique

Hormis les dépressions humides du Chott el Hodna, chott Zahres chergui ainsi que les zones boisées telles que Djebel Messaad, massif de Medjedel, djebel Meharga, le massif de Maadid et partiellement le versant Sud de Boutaleb, l'ensemble du territoire de la wilaya est à prédominance terres de parcours du Sud Au Nord et d'Est en Ouest, avec une superficie de 1057770,79 ha soit 60,64% de la surface totale de la wilaya, ce qui place ces derniers en première position D'occupation du sol. Il ya lieu de noter que la majorité des parcours sont généralement dégradés et à caractère steppique. (Anonyme, 2011).

Tableau 10 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu steppique dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016.

| Les stations | Coordonnées géographiques | Altitude |
|-------------------|------------------------------|----------|
| Sidi Ameer | 35°20'08.7"N 3°52'18.7"E | 984 m |
| Temsa | 35°20'06.3"N 3°57'39.3"E | 830 m |
| Bousaada | 35°09'02.4"N 4°04'29.9"E | 891 m |
| Banniou | 35°25'6.28"N 4°21'33.13"E | 399 m |

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-------|
| Ain Melh | 34°52'18.37"N 4°9'35.27"E | 991 m |
| Djbal Msaad | 35°2'15.75"N 4°0'21.64"E | 984 m |
| Mdjadel | 35° 07'32.4"N 3° 39'31.6"E | 974 m |
| Hamam Dalaa | 35° 56'38.6"N 4° 20'31.3"E | 832 m |
| Maadid | 35°47'05.07"N 4°39'49.87"E | 669 m |
| Kharza | 35° 14'30.1"N 3° 41'30.7"E | 758 m |

III.1.1.2.3 Milieu rudérale

Il s'agit d'un végétal qui pousse dans le sillage de l'homme, dans les friches, les cultures provisoirement ou définitivement abandonnées, au voisinage des habitations, au bord des chemins, dans les décombres, les remblais, les terrains vagues, les dépotoirs etc.

Tableau 11 : Coordonnées géographiques et altitudes des stations d'étude prospectées en milieu rudérale dans la wilaya de M sila en 2015 et 2016.

| Les stations | Coordonnées géographiques | Altitude |
|--------------------|-------------------------------|----------|
| Sidi Aneur | 35°24'00"N 3°54'15.8"E | 750 m |
| Temsa | 35°10'33.35"N 3°55'53.41"E | 763 m |
| Bousaada | 35° 14'31.3"N 4°12'28.3"E | 522 m |
| Banniou | 35°25'18.96"N 4°20'34.30"E | 400 m |
| Ain Melh | 34°50'39.97"N 4°11.44.79"E | 917 m |
| Djbal Msaad | 35°59'42.02"N | 1097 m |

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-------|
| | 4°4'3.92"E | |
| Mdjadel | 35° 09'03.7"N 3°38'59.3"E | 816 m |
| Hamam Dalaa | 35°55'33.91"N 4°23'10.60"E | 745 m |
| Maadid | 35°46'16.11"N 4°41'25.15"E | 671 m |
| Kharza | 35°14'15.68"N 3°43'18.86"E | 761 m |

III.2 Techniques d'échantillonnage

L'échantillonnage du peuplement rhopalocère en milieux naturels agricoles de la région de M'sila été entamé en mars 2015 pour s'achever en décembre 2016, soit une durée de vingt et un mois. Les dénombrements réguliers ont été effectués sur des itinéraires fixes, appelés transects.

L'échantillonnage a été réalisé sur un transect de 2 Km. Le long du transect est parcouru en marche à pied. Durant le parcours, après chaque relevé, on continue sans revenir au point de départ (Holder, 2004). Durant l'échantillonnage, l'abondance de chaque espèce est notée. Dans le cas où plusieurs relevés sont effectués par mois, seuls les relevés où l'espèce est observée avec son plus grand effectif sont pris en compte.

Cette méthode d'échantillonnage est un moyen facile et efficace pour surveiller la diversité et l'abondance des papillons de jours (Pollard, 1977; Van Swaay et al., 2012) Selon (Owen, 1975) l'avantage de cette méthode est une estimation de la taille réelle de la population qui peut être obtenue.

Au total dix sorties ont été réalisées chaque semaine. Le suivi est réalisé les jours où la température est au-dessus de 12°C avec absence de pluie ou de vent fort (Pollard, 1982).

III.2.1 Matériel utilisé

Nous décrivons dans cette partie le matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire

III.2.1.1 Filet à papillons

La chasse la plus classique est pratiquée à vue avec un filet à papillons (Leraut, 1992). Il doit posséder une monture légère et robuste en acier, de forme circulaire ou pyriforme de 30 à 40 cm, un fil de fer solide de 3 mm de section, qui est fixé à un manche en bois, en bambou, en rotin ou en métal léger de 1,20 à 2 mètres. Le filet quant à lui doit être fait de tissu léger et souple tel que le tulle ou la mousseline, il doit avoir la forme d'un cône arrondi dans le bout (Benkhelil, 1992) (Fig.11).

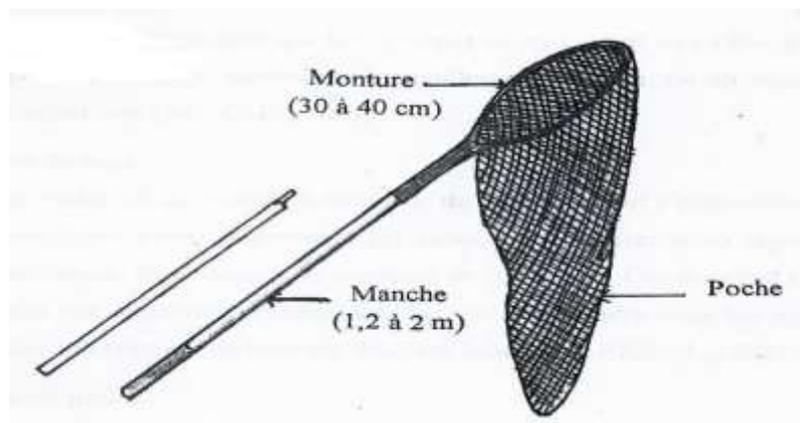


Figure 11 : Filet à papillons (Benkhelil, 1992).

III.2.1.2 Papillotes

Lorsqu'on n'a pas le temps ni la place d'étaler les lépidoptères alors qu'ils sont encore frais, on peut les observer dans des « papillotes » (Leraut, 1992).

Les papillotes sont de petites enveloppes de papier dans lesquelles on dépose généralement un seul spécimen. Elles sont de forme triangulaire ou rectangulaire, le plus souvent semi transparentes ou transparentes. De préférence, on utilise du papier calque, car il est semi transparent (Tremblay, 2003 *in* Berkane, 2011) (Fig.12).

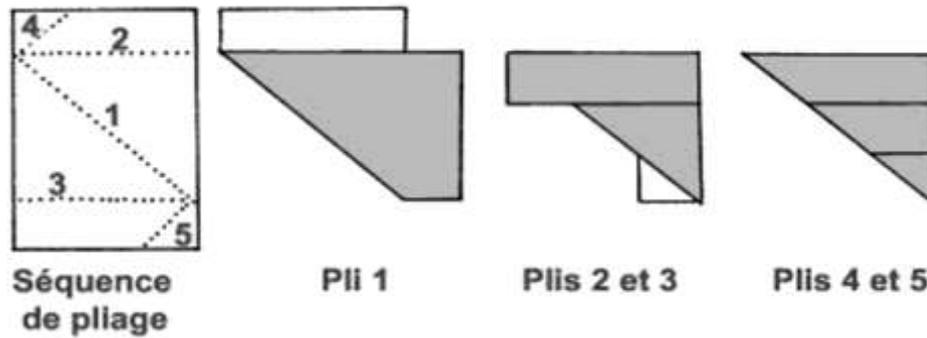


Figure 12 : Papillotes à papillons (Tremblay, 2003).

III.2.1.3 Ramolisseur

Il peut arriver que le papillon se dessèche et devient impossible à apprêter, il faut donc le ramollir (Pestmal-Sainsauveur and Louviot, 1978 *in* Berkane, 2011). Pour se faire, on doit le placer dans un ramollisseur ; il s'agit d'un cristalliseur ou tout autre récipient en verre, dans lequel on dépose une bonne couche de sable mouillé avant d'y poser les papillotes, puis on met un couvercle sur l'ensemble. Le temps de ramollissage dépend de la taille du papillon (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011).

III.2.1.4 Guide illustré

Le comportement, la période d'apparition, la distribution et les plantes nourricières des papillons contenus dans un guide, sont une aide précieuse (Carter, 2001 *in* Berkane, 2011). Grâce à la clé d'identification par les couleurs et les dessins des ailes, il est facile d'identifier les papillons et leurs groupes (Albouy and Verdier, 2001 *in* Berkane, 2011).

III.2.1.5 Carnet de notes

Au retour de la chasse, le récolteur de papillons doit s'empresse de noter sur un carnet les diverses observations concernant les espèces qu'il rapporte : localité de capture, date, altitude et notion de fréquence. Ces données peuvent l'aider à réaliser les étiquettes indispensables qu'il adjoindra sous les sujets étalés (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011).

III.2.1.6 Appareil photo

Photographier les papillons est la meilleure façon de garder beaucoup de données sur eux (Carter, 2001 *in* Berkane, 2011). C'est une manière moderne et écologique de satisfaire la passion de collection sans prélèvement dans la nature (Albouy and Verdier, 2001 *in* Berkane, 2011). Durant cette étude nous avons utilisé un appareil photo numérique Samsung ES95 16.2 mégapixels.

III.2.1.7 Jumelles

C'est un instrument très utile pour observer les détails fins de l'ornementation des papillons, sans trop les approcher et sans les faire fuir (Albouy and Verdier, 2001 *in* Berkane, 2011).

III.2.1.8 Etaloir

Pour apprêter et faire sécher le papillon, on se sert d'étaioir, il est composé de deux surfaces lisses, séparées par une rainure centrale (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011). Le fond de la rainure ou gouttière doit être garni de liège ou de balza dans lequel seront enfoncées les épingles. Il mesure de 20 à 30 cm de long (Pestmal-Sainsauveur and Louviot, 1978 *in* Berkane, 2011) (Fig.13).

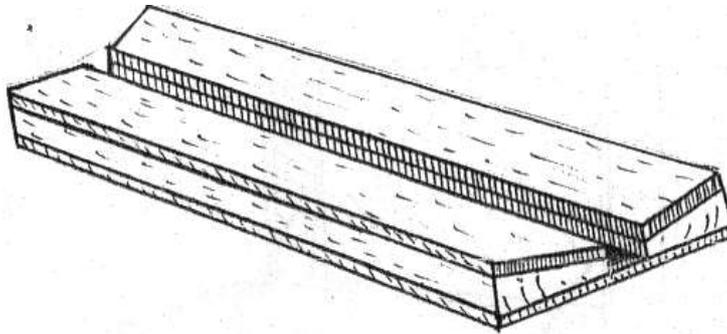


Figure 13 : Etaloir (LERAUT, 1992).

III.2.1.9 Pincettes

Utilisées pour apprêter les ailes des papillons (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011). (Fig.14)

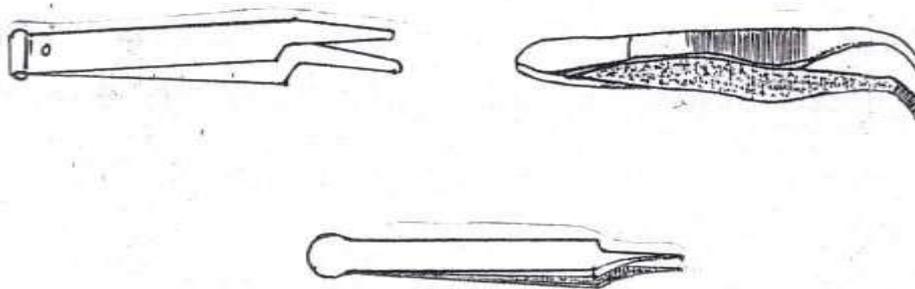


Figure 14 : Pincettes (Leraut, 1992).

III.2.1.10 Épingles

Elles sont utilisées pour fixer les papillons sur l'étaioir et dans la boîte à collection (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011) (Fig. 15).

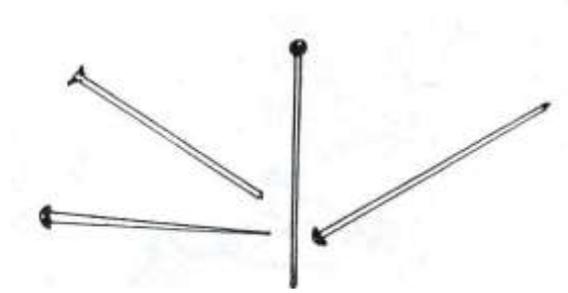


Figure 15 : Différentes sortes d'épingles entomologiques (Leraut, 1992).

III.2.1.11 Boite à collection

La boîte de collection est vitrée, du format 26 x 39 x 6 cm. Il est préférable de posséder une armoire fermant bien, car la lumière et la poussière sont les principaux ennemis des collections (Pestmal-Sainsauveur and Louviot, 1978 *in* Berkane, 2011).

III.3 Technique de travail

III.3.1 La capture des lépidoptères

Quand le papillon est en vol, la chasse s'effectue par un large mouvement horizontal (Pestmal-Sainsauveur and Louviot, 1978 *in* Berkane, 2011). D'un coup rapide, le filet est orienté vers l'insecte de façon à ce qu'il pénètre profondément dans le cône de tulle (Benkhelil, 1991). Après, on le fait sortir du filet soigneusement en évitant qu'il ne se débâte de façon à ne pas le détériorer ou lui faire perdre ses écailles (Pestmal-Sainsauveur and Louviot, 1978 *in* Berkane, 2011).

Lorsque les papillons sont posés à terre ou sur la végétation, leur capture est un peu spéciale ; il s'agit de bloquer l'ouverture du filet au sol sur l'insecte, la pointe du filet maintenue permet au papillon de s'élever dans le tulle (Benkhelil, 1991).

III.3.2 Comptage

Elle consiste en un comptage visuel le long d'un itinéraire fixé (Demerges, 2003); seulement sont comptés les imagos qui se présentent sur une distance de 2,5 m de part et d'autre de l'observateur, soit sur une largeur de 5 m (Manil *et al.*, 2008). Les espèces comptabilisées sont celles dont l'identification s'effectue avec un minimum de compétence, en vol ou posé (Demerges and Bachelard, 2002).

III.3.3 Transport

Saisir le thorax du papillon à travers la gaze du filet, une pression sur le bas du thorax paralyse les ailes du papillon et permet de le déposer dans une papillote, dont on renferme les angles pour le transport (Pestmal-Sainsauveur and Louvriot, 1978 *in* Berkane, 2011).

III.3.4 Etalement au laboratoire

Le papillon est retiré de sa papillote, on lui choisit un étaloir correspondant à sa taille (rainure convenable au thorax) (Kherris, 2001 *in* Berkane, 2011). Pour l'étaler, on pique l'épingle ayant déjà transpercé le thorax du lépidoptère mort dans la rainure centrale de l'étaloir (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011) jusqu'à ce que le bas du corps du papillon soit à 2,5 cm de hauteur sur l'épingle (Cote, 2000 *in* Berkane, 2011). Puis il faut rabattre les ailes de chaque côté en les maintenant avec des feuilles de papier transparent fixées par des épingles robustes (Leraut, 1992 *in* Berkane, 2011).

III.3.5 Identification

Après la fixation, vient l'identification, il s'agit de comparer le papillon aux différentes illustrations d'un bon livre d'identification, jusqu'à ce qu'on reconnaisse l'espèce concernée.

On peut aussi comparer notre spécimen à ceux d'une collection de référence (Tremblay, 2003 *in* Berkane, 2011). Il est aisé d'identifier rapidement le papillon ou au moins de trouver le groupe auquel il appartient, la plupart du temps, on utilise des clés d'identification par couleurs, dessins des ailes et importance des nervures (Albouy, 2001 *in* Berkane, 2011). En lisant le texte, quelques indications relatives à l'habitat ou à la répartition du papillon apportent les indices supplémentaires permettant de valider, ou de rejeter l'identification (Chinery and Leraut, 1998). Notre identification est fondée sur l'utilisation des guides suivants :

-Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia (Tennent, 1996)

-Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord (Tolman and Lewington, 1999).

III.4 Analyses et traitements des données

Pour l'exploitation de nos résultats, nous avons utilisé deux manières, le premier est la méthode de calcul de paramètres en utilisant des indices écologiques de composition et de structure ; tandis que la seconde est de nature statistique.

III.4.1 Analyses par les indices écologiques

Les indices écologiques utilisés dans notre étude sont les indices de composition et de structure.

III.4.1.1 Indices de composition

Elle représente des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement.

On distingue une richesse spécifique totale (S), la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence

III.4.1.1.1 Richesse spécifique

La richesse spécifique totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984).

III.4.1.1.2 Abondance

Selon (Dajoz, 1971), L'abondance correspond au nombre d'individus n_i d'une espèce par unité de surface ou de volume. Elle subit des variations dans le temps, fluctuations saisonnières, annuelles ou accidentelles. Et dans l'espace, d'une biocénose à une autre

III.4.1.1.2.1 Fréquence centésimale

Selon Dajoz (1971), la fréquence centésimale (F_c) est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus (N) de toutes espèces confondues.

$$F_c = n_i \times \frac{100}{N}$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce i

N : nombre totale d'individus de toutes espèces confondues

III.4.1.1.2.2 Fréquence d'occurrence (constance)

La fréquence d'occurrence (F_o) est le rapport du nombre des relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de relevés effectués (Dajoz, 1985).

$$F_o = n_i \times \frac{100}{p_i}$$

En fonction de la valeur de FO , la qualification des espèces est la suivante :

- Espèce omniprésente ; si $Fo = 100 \%$
- Espèce constante ; si $75 \leq Fo \leq 99 \%$
- Espèce régulière ; si $50 \leq Fo < 75 \%$
- Espèce accessoire ; si $25 \leq Fo < 50 \%$
- Espèce accidentelle ; si $5 \leq Fo < 25 \%$
- Espèce rare ; si $0 \leq Fo < 5 \%$

III.4.1.2 Indices de structure

Les indices écologiques de structures utilisés pour l'exploitation des résultats des rhopalocères sont exposés dans cette partie .les indices de Shannon et de Simpson permettent de calculer le niveau de diversité d'espèces dans un milieu donné.

III.4.1.2.1 Indice de diversité de Shannon-weaver

Selon (Ramade,1984), c'est un indice qui permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope. Cet indice varie en fonction du nombre d'espèces. Il est calculé à partir de la formule suivante :

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

H' : Indice de diversité de Shannon, il est exprimé en binary digit.

P_i : Probabilité de rencontrer l'espèce i , elle est calculée par la formule suivante :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i : Nombre d'individus de l'espèce i .

N : Nombre total des individus.

III.4.1.2.2 Diversité maximale

Appelée aussi diversité fictive dans laquelle chaque espèce serait représentée par le même

$$H_{\max} = \log_2 S$$

Nombre d'individu (PONEL, 1983). Elle se calcule par la formule suivante :

H_{\max} : Indice de diversité maximale exprimé en binary digit.

S : Nombre total d'espèces.

III.4.1.2.3 Indice d'équirépartition de PIELOU

Correspond au rapport de la diversité observée H à la diversité maximale H_{\max} où H et H_{\max} sont exprimés en binary digit.

$$E = \frac{H}{H_{\max}}$$

L'équirépartition (E) varie entre 0 et 1 quand la totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, celui-ci est en déséquilibre. Elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Les populations en présence sont équilibrées entre elles (Ramade, 1984).

III.4.1.2.4 Indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson D rend compte à la fois de la richesse et de l'équitabilité des espèces en un seul nombre. Cet indice est essentiellement lié aux variations d'abondance entre espèces dominantes. Sa formule est calculée de la manière suivante

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

n_i : nombre d'individus de l'espèce donnée

N : nombre total d'individus.

Cet indice tend vers une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité (Magurran, 2004).

III.4.1.2.5 L'équitabilité de Simpson

L'indice de l'équitabilité de Simpson ES est le rapport entre la diversité D et la richesse spécifique S . Il varie entre 0 et 1 (Ramade, 2003).

$$ES = (D - 1) / (S - 1)$$

III.4.1.2.6 L'indice de HILL

Cet indice permet une mesure de l'abondance proportionnelle associant les indices de Shannon-Weaver et de Simpson

$$Hill = (1/D) / e^H$$

$1/D$: L'inverse de l'indice de Simpson

e^H : L'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver.

L'indice de diversité de Hill permet d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée $1/D$ permet la mesure du nombre effectif d'individus très abondants. Quant à e^H permet de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice de 1-Hill, où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0 (Hill, 1973).

III.4.1.2.7 Indice de Sorensen

Il est très intéressant de pouvoir exprimer par un indice synthétique le degré de ressemblance ou la distance existante entre deux échantillons (Delaunay, 1982). Il est possible d'utiliser des coefficients de similarité qui sont souvent de grande utilité, particulièrement l'indice de SORENSEN (Magurran, 1988);

$$C_s = \frac{2.J}{a + b}$$

Cs : Indice de SORENSEN.

a : Nombre d'espèces présentes dans le site a.

b : Nombre d'espèces présentes dans le site b.

J : Nombre d'espèces communes au site a et b.

Cet indice varie de 0 à 1. S'il est égal à 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en communs. S'il est égal à 1, la similarité entre les deux sites est complète et cela signifie que les espèces des deux sites sont identiques.

III.4.2 Analyses statistiques

III.4.2.1 Comparaison des pentes au modèle de Motomura (1932)

Pour étudier la différence de la diversité des Rhopalocères et hétérocères diurnes dans les différentes stations échantillonnées. Nous avons eu recours aux diagrammes rang/fréquence afin d'explorer les structures des communautés de Papillons. L'analyse des pentes des droites de tendance de MOTOMURA (Motomura, 1932), correspondant à chaque assemblage d'arrivée des papillons qui permet d'obtenir également les probabilités associés aux différences de diversités de communautés.

Les diagrammes rang/fréquence ont été tracés en classant les espèces par ordre d'abondance décroissant. Les rangs des espèces sont portés en abscisses et leurs abondances en ordonnées avec une échelle logarithmique. Ces diagrammes sont comparés au modèle Motomura: $(N) aR$

+ b , où N est la quantité (valeurs logarithmiques) rassemblé pour une variable et R est la pente (Iganaki, 1967), les Comparaisons des pentes de la diversité des espèces de Papillons dans les deux milieux prospectés ont été données en utilisant la procédure décrite dans le logiciel PAST vers 1.81 (Hammer *et al.*, 2001). Le test de Barlett permet de calculer la probabilité correspondante aux analyses de covariance qui ont été conduites en considérant les pentes comme moyennes et les carrés des erreurs standards des valeurs x comme des variances.

III.4.2.2 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

L'analyse des correspondances est une adaptation de l'analyse en composantes principales au cas où les variables à représenter sont qualitatives. L'analyse des correspondances définit une distance spécifiquement adaptée aux variables qualitatives, chaque modalité des différentes variables sera représentée par un point. Ainsi, pour une variable binaire du type « présence=1/ absence=0 », un point symbolisera les individus présents, et un autre ceux absents (Falissard, 2005)

Ce test nous a permis d'illustrer la proximité que peuvent avoir les espèces de papillons à celles des cultures / milieux. Et ainsi, pouvoir en déduire, de manière générale, les préférences des papillons par rapports aux biotopes.

III.4.2.3 Classification ascendante hiérarchique (CAH)

La CAH permet de construire une hiérarchie entière des objets sous la forme d'un "arbre" dans un ordre ascendant. On commence en considérant chaque individu comme une classe et on essaye de fusionner deux ou plusieurs classes appropriées (Selon une similarité) pour former une nouvelle classe. Le processus est itéré jusqu'à ce que tous les individus se trouvent dans une même classe. Cette classification génère un arbre que l'on peut couper à différents niveaux pour obtenir un nombre des classes plus ou moins grand.

Différentes mesures de la distance interclasses peuvent être utilisées : la distance Euclidienne, la distance inférieure (qui favorise la création de classes de faible inertie) ou la distance supérieure (qui favorise la création de classes d'inertie plus importante) etc...

Dans le cas de la classification ascendante hiérarchique, à partir des éléments, on forme des petites classes ne comprenant que des individus très semblables, puis à partir de celles-ci, on construit des classes de moins en moins homogènes, jusqu'à obtenir la classe tout entière. (Boubou, 2007).

CHAPITRE IV :

RESULTATS

IV. Résultats

IV.1 Analyse globale et composition taxonomique

Les données présentées concernent essentiellement la faune de rhopalocères dans quelques agroécosystèmes et milieux naturels dans la région de la M'sila.

Le dispositif de capture est mis en place de mars 2015 à décembre 2016 et les relevés sont effectués chaque semaine. L'analyse porte sur l'ensemble du peuplement de papillons de jour dans cette région, à la fois sur le plan qualitatif que quantitatif.

Au cours de cette étude, 1139 individus ont été capturés, mettant ainsi en évidence l'abondance relative et la complexité de la faune qui fréquente les milieux cultivés et naturels. Les résultats de recherche nous ont permis d'identifier 19 espèces de rhopalocères, appartenant à 05 familles qui sont Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae, Hesperidae et Lycaenidae.

Ces familles sont largement représentées par des espèces communes, le spectre zoologique de ce peuplement (Fig.16) montre que la famille des pieridae est la mieux représentée avec 714 individus soit (63 % du total d'individus inventoriés), viennent ensuite les familles de Nymphalidae et Papilionidae avec 29 % et 5 % de la communauté respectivement.

Les deux familles de Lycaenidae et d'Hesperidae sont faiblement représentée soit seulement 3 % du total des individus recensés.

On note que les familles de Pieridae et Nymphalidae totalisent 92 % du total d'individus inventoriés soit plus de trois quarts de la faune globale.

Tableau 12 : Inventaire et rang géographique des espèces de rhopalocères dans les différents milieux dans la région de M'sila.

| Famille | Genre | Espèces | Descripteur | Le rang zoogéographique |
|-------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Nymphalidae | <i>Vanessa</i> | <i>V.cardui</i> | (Linnaeus, 1758) | Holarctic |
| | | <i>V.atalanta</i> | (Linnaeus, 1758) | |
| | <i>Melanargia</i> | <i>M.galathea</i> | (Linnaeus, 1758) | Western palaeartic |
| | <i>Danaus</i> | <i>D.Chrysippus</i> (<i>L.</i>) | (Linnaeus, 1758) | Palaeotropical |
| | <i>Pararge</i> | <i>P. aegeria</i> | (Linnaeus, 1758) | Palaeartic |
| | <i>Pyronia</i> | <i>P. bathseba</i> | (Fabricius, 1793) | Western palaeartic |
| | <i>Hipparchia</i> | <i>H. aristaeus</i> | (Linnaeus, 1758) | Western palaeartic |

| | | | | |
|---------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Pieridae | <i>Pieris</i> | <i>P. rapae</i> | (Linnaeus, 1758) | Palaeartic |
| | | <i>P. brassicae</i> | (Linnaeus, 1758) | Palaeartic |
| | <i>Colias</i> | <i>Colias crocea</i> | (Fourcroy, 1785) | Western palaeartic |
| | <i>Euchloe</i> | <i>E. charlonia</i> | (Donzel, 1842) | Eremic |
| | | <i>E. belemia</i> | (Boisduval, 1832) | Palaeartic |
| <i>Pontia</i> | <i>P. daplidice</i> | (Linnaeus, 1758) | Palaeartic | |
| Papilionidae | <i>Papilio</i> | <i>P. machaon</i> | (Linnaeus, 1758) | Holarctic |
| | <i>Iphiclides</i> | <i>I. feisthamelii</i> | (Duponchel, 1832) | Western palaeartic |
| Hesperiidae | <i>Carcharodus</i> | <i>C. baeticus</i> | (Rambur, 1839) | Palaeartic |
| | <i>Gegenes</i> | <i>G. pumilio</i> | (Hoffmannsegg, 1804) | Eremic |
| Lycaenidae | <i>Lycaena</i> | <i>L. phlaeas (L.)</i> | (Linnaeus, 1758) | Holarctic |
| | <i>Polyommatus</i> | <i>P. icarus</i> | (Rottemburg, 1775) | Holarctic |

■ Nymphalidae ■ Pieridae ■ Papilionidae ■ Hesperiidae ■ Lycaenidae

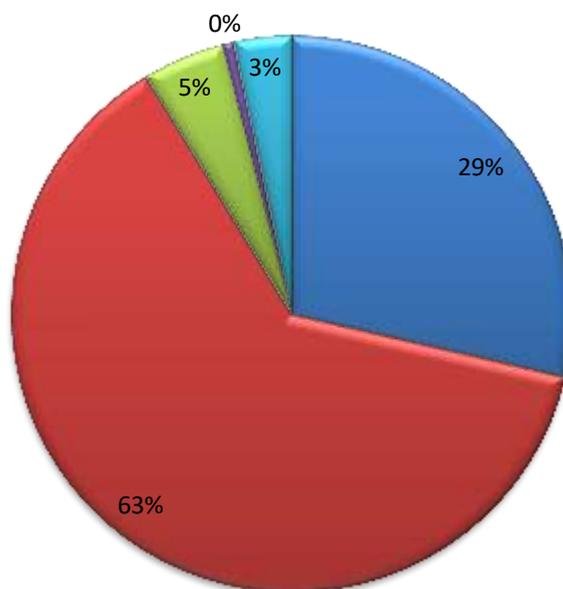


Figure 16 : Répartition du nombre d'individus par familles

D'après le tableau 12, on note que 11 espèces sont d'origine paléarctique et western paléarctique ; 05 espèces sont holarctique, le rang zoogéographique Eremic est représenté par (02 espèces) et uniquement une seule espèce Palaeotropicale.

En outre en tenant compte de la répartition du nombre de taxons par familles les résultats relèvent en première position les Nymphalidae qui est la famille la plus diversifié avec 07 taxons (S= 7) soit 37 % des espèces inventoriés, la famille de Pieridae vient en deuxième position avec 06 taxons. Les trois autres familles sont représentées d'une façon égale avec 02 taxons par chaque famille. Cette répartition est consignée dans la figure (Fig .17).

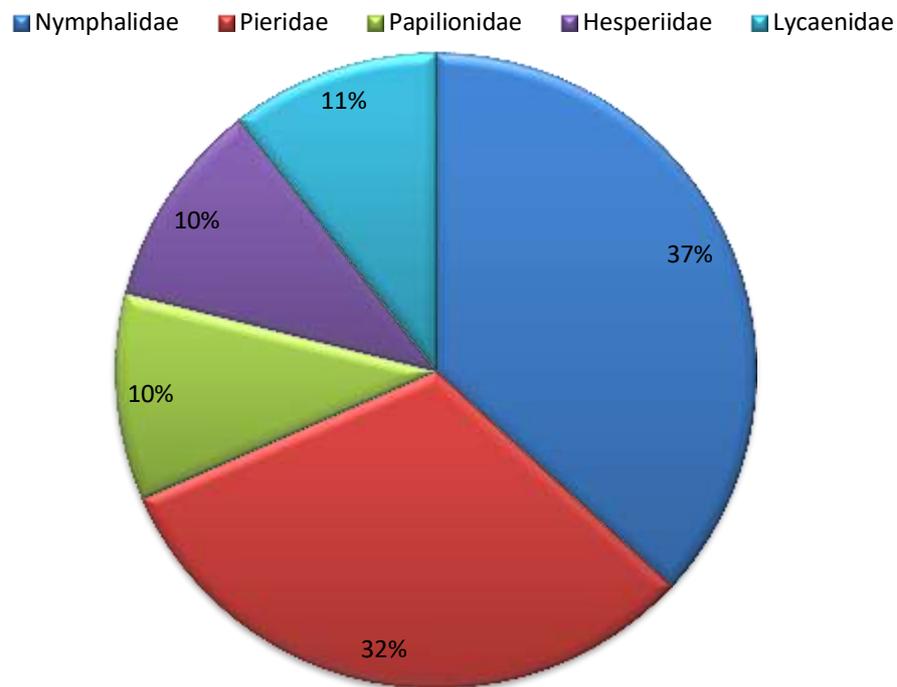


Figure 17 : Répartition du nombre de taxons par familles

IV.2 Étude du peuplement de papillons rhopalocères dans quelques en milieux agricoles de la région de M'sila.

IV.2.1 Inventaire de la faune rhopalocère dans le milieu agricole

Le résultat de l'inventaire des espèces de Rhopalocères recensées entre mars 2015 et décembre 2016 dans les cinq stations du milieu agricole est donné dans le tableau suivant :

Tableau 13 : présence et absence des espèces de rhopalocères en milieu agricole.

| Famille | Espèces | CC | | VO | | VA | | CM | | VA' | |
|------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 |
| Nymphalidae | <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - |
| | <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Pyronia bathseba</i> (Fabricius, 1793) | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | TOTAL / biotope | 04 | | 03 | | 01 | | 02 | | 01 | |
| Pieridae | <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>P. brassicae</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Colias crocea</i> (Fourcroy, 1785) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Euchloe charlonia</i> (Donzel, 1842) | - | + | + | - | + | - | - | + | + | + |
| | <i>E.belemia</i> (Boisduval, 1832) | - | - | + | + | - | + | - | + | - | - |
| | <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | + | - | - | + | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| TOTAL / biotope | 04 | | 06 | | 06 | | 05 | | 04 | | |
| Papilionidae | <i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | TOTAL / parcelle | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | TOTAL / biotope | 01 | | 01 | | 01 | | 01 | | 01 | |
| Hesperiidae | <i>Carcharodus baeticus</i> (Rambur, 1839) | - | + | - | + | + | + | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 01 | | 01 | | 01 | | 0 | | 0 | |
| Lycaenidae | <i>Lycaena phlaeas</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | + | + | - | + | + | + | - | + | + | + |
| | <i>Polyommatus P. icarus</i> | + | + | + | + | + | - | - | + | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | (Rottemburg, 1775) | | | | | | | | | | |
| | TOTAL / parcelle | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| | TOTAL / biotope | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 01 | 01 |
| TOTAL | 15 | 12 | 13 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 07 | 07 |

CC : cultures céréalières, CM : cultures maraichères ; VA : vergers d'abricotiers ; VO : vergers d'oléiculture et VA : vergers d'arboriculture fruitière (grenadiers et poiriers)

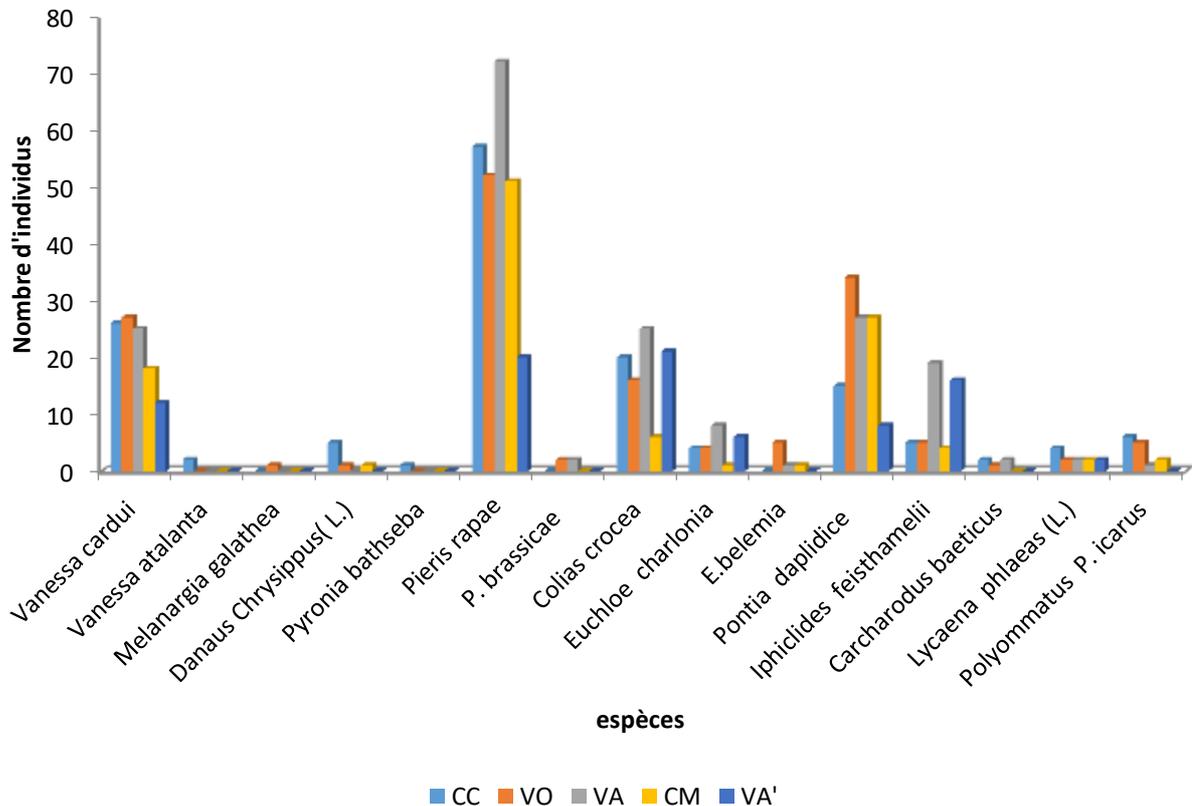


Figure 18 : Effectifs des espèces de papillons de jours recensés dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2 Exploitation des résultats par des indices écologiques.

Les résultats de l’inventaire des espèces de rhopalocères sont exploités par des indices écologiques ci-joint.

IV.2.2.1 Indices écologique de composition

Parmi les indices écologiques de composition, il s’est avéré utile d’utiliser: La richesse Spécifique totale, l’abondance relative ou fréquence centésimale, ainsi que la fréquence D’occurrence et la constance, pour mieux cerner les informations et les interpréter.

IV.2.2.1.1 Richesse spécifique totale (S)

L’ensemble des espèces de papillons de jours capturées dans les différents types de culture dans la région de M’sila sont au nombre de 15, appartenant à 5 familles. La famille des

Pieridae, en termes d'espèces est la plus représentative, 06 espèces sont notées suivie par la famille des Nymphalidae avec 5 espèces, la famille de Lycaenidae avec 02 espèces et les plus faibles sont celles des Hesperidae et Papilionidae sont représentées uniquement par une seule espèce qui sont *Carcharodus baeticus* et *Iphiclides feisthamelii* respectivement.

La figure 27 montre la répartition des cinq familles dans les cinq milieux confondus de M'sila

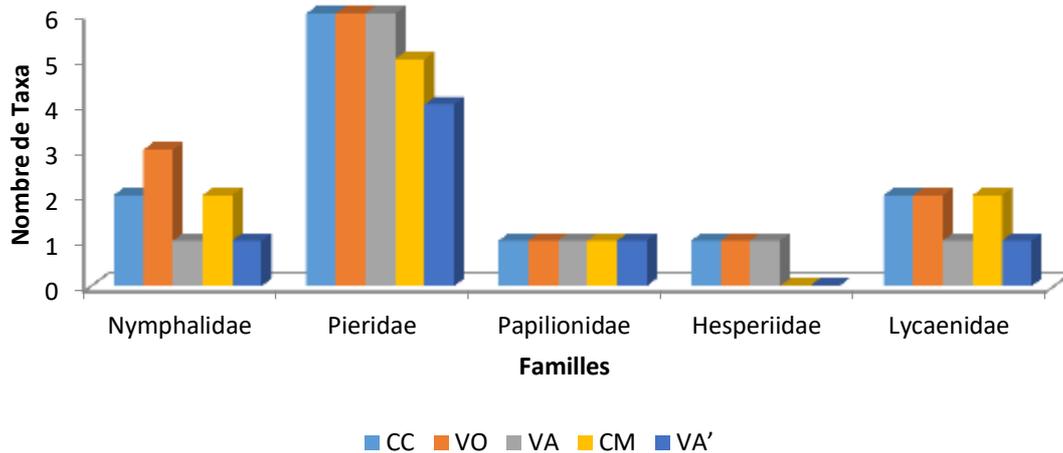


Figure 19 : Nombre de Taxons par famille dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.1 Richesse spécifique totale (S) des cultures céréalières

D'après les résultats du tableau 13 la culture céréalière dans la région de M'sila compte 12 espèces appartenant à cinq familles réparties comme suit :

La famille des Nymphalidae compte 04 espèces qui sont *Vanessa cardui*, *Vanessa atalanta*, *Danaus Chrysippus* (L.) et *Pyronia bathseba*. Concernant la famille des pieridae on note aussi quatre espèces il s'agit de *Pieris rapae*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia* et *Pontia daplidice*. Les familles faiblement représentées sont les lycaenidae avec deux espèces *Lycaena phlaeas* (L.) et *Polyommatus icarus*. Les familles des hesperidae et papilionidae sont représentées uniquement par une seule espèce qui sont *Carcharodus baeticus* et *Iphiclides feisthamelii* respectivement.

IV.2.2.1.1.2 Richesse spécifique totale (S) des verges oléicoles

C'est l'habitat le plus diversifié parmi ceux du milieu agricole avec 13 espèces appartenant à cinq familles, dans la première famille on distingue la présence de trois espèces *Vanessa cardui*, *Danaus Chrysippus* (L.) et *Melanargia galathea*.

Contrairement au premier milieu étudié les vergés oléicoles marquent une présence importante de la famille de piéridae avec 06 espèces il s'agit de : *Pieris rapae*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia* et *Pontia daplidice*. Ainsi la présence de deux autres espèces qui ne sont pas trouvées au premier milieu d'étude qui sont ; *Pieris brassicae* et *Euchloe belemia*.

La famille de lycaenidae est représentée par deux espèces *Lycaena phlaeas* (L.) et *Polyommatus icarus*.

De même pour premier milieu, les familles des hesperidae et papilionidae sont représentées uniquement par une seule espèce qui sont *Carcharodus baeticus* et *Iphiclides feisthamelii* respectivement.

IV.2.2.1.1.3 Richesse spécifique totale (S) des vergers d'abricotiers

Les vergers d'abricotiers présentent moins de diversité que les précédents milieux seulement 10 espèces trouvées appartenant à 05 familles.

Les piéridae avec 06 espèces il s'agit de : *Pieris rapae*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia*, *Pontia daplidice*, *Pieris brassicae* et *Euchloe belemia*.

Les trois autres familles sont représentées par une seule espèce pour chacune : *Polyommatus icarus* (Lycaenidae), *Iphiclides feisthamelii* (Papilionidae), *Vanessa cardui* (Nymphalidae) et *Carcharodus baeticus* (Hesperiidae).

IV.2.2.1.1.4 Richesse spécifique totale (S) des cultures maraîchères

05 espèces de la famille de Pieridae sont prélevées dans les deux parcelles des cultures maraîchères dans la région de M'sila il s'agit de *Pieris rapae*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia*, *Pieris brassicae* et *Euchloe belemia*.

02 espèces appartenant à la famille de Lycaenidae (*Polyommatus icarus* et *Lycaena phlaeas*)

La famille de nymphalidae est aussi représentée uniquement par deux espèces qui sont *Vanessa cardui* et *Melanargia galathea*. Cependant *Iphiclides feisthamelii*, est l'unique espèce de la famille de Papilionidae.

IV.2.2.1.1.5 Richesse spécifique totale (S) des verges arboricoles (grenadiers et pêchers)

Ce milieu dévoile une faible présence d'espèces avec seulement 07 espèces.

Ces verges sont les moins diversifiés en espèces de papillons de jours, seulement trois familles sont trouvées il s'agit de pieridae avec quatre espèces *Pieris rapae*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia*, *Pieris brassicae*.

Les trois autres familles (Nymphalidae, Papilionidae et Lycaenidae) sont représentées par une seule espèce pour chacune il s'agit respectivement de *Vanessa cardui*, *Iphiclides feisthamelii* et *Lycaena phlaeas*.

IV.2.2.1.2 Abondance relative (Ad%) et Fréquence centésimale (F%) des espèces de rhopalocères en milieu agricole

Les résultats de l'abondance relative des papillons recensés dans le milieu agricole sont groupés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Abondances relatives des papillons de jours échantillonnés dans les différents milieux agricoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| les milieux | CC | | VO | | VA | | CM | | VA' | |
|--------------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|-----------|------|
| | ni | F% | ni | F% | ni | F% | ni | F% | ni | F% |
| <i>Vanessa cardui</i> | 26 | 17,7 | 27 | 17,4 | 25 | 13,6 | 18 | 15,9 | 12 | 14,1 |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 2 | 1,4 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Melanargia galathea</i> | 0 | 0,0 | 1 | 0,6 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 5 | 3,4 | 1 | 0,6 | 0 | 0,0 | 1 | 0,9 | 0 | 0,0 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1 | 0,7 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Pieris rapae</i> | 57 | 38,8 | 52 | 33,5 | 72 | 39,1 | 51 | 45,1 | 20 | 23,5 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 0 | 0,0 | 2 | 1,3 | 2 | 1,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Colias crocea</i> | 20 | 13,6 | 16 | 10,3 | 25 | 13,6 | 6 | 5,3 | 21 | 24,7 |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 4 | 2,7 | 4 | 2,6 | 8 | 4,3 | 1 | 0,9 | 6 | 7,1 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 0 | 0,0 | 5 | 3,2 | 1 | 0,5 | 1 | 0,9 | 0 | 0,0 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 15 | 10,2 | 34 | 21,9 | 27 | 14,7 | 27 | 23,9 | 8 | 9,4 |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 5 | 3,4 | 5 | 3,2 | 19 | 10,3 | 4 | 3,5 | 16 | 18,8 |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 2 | 1,4 | 1 | 0,6 | 2 | 1,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 4 | 2,7 | 2 | 1,3 | 2 | 1,1 | 2 | 1,8 | 2 | 2,4 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 6 | 4,1 | 5 | 3,2 | 1 | 0,5 | 2 | 1,8 | 0 | 0,0 |
| Nombre total | 147 | | 155 | | 184 | | 113 | | 85 | |

Les résultats de l'inventaire des rhopalocères dans le milieu agricole nous a permis de recenser 15 espèces (Tab.14).

Le tableau 14 montre que l'effectif des vergers d'abricotiers est le plus grand avec 184 individus et le plus petit effectif est noté pour les vergers de grenadier et de pêcher avec seulement 85 papillons.

L'analyse de l'abondance relative des espèces montre que *Pieris rapae*, est l'espèce le plus dominant dans 4 type de cultures il s'agit des cultures maraichers avec 45,1 %, 39,1% pour les vergers d'abricotiers suivi par les parcelles des céréalicultures avec 38,8 et les vergers d'oléicultures compte 33,5 %.

Contrairement aux vergers d'arboricultures fruitières dont *Colias crocea* vient en premier position avec une abondance relative de 24,7 %.

IV.2.2.1.2.1 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours de la culture céréalière

Ce milieu est abrité par 12 espèces, la première espèce qui domine est *Pieris rapae* avec 38,8 % et suivie par *Vanessa cardui* par 17,7 % et *Colias crocea* 13,6 %, dont le nombre D'individus est 57, 26 et 20 respectivement.

Un taux de 10,2 % signalé par *Pontia daplidice*, quant aux autres espèces sont faiblement représentées. Leurs fréquences centésimales varient entre 4,1 % (*Polyommatus icarus*) et 0.7 pour cette espèce *Pyronia bathseba* avec un seul individu capturé durant les échantillonnages (Fig.20).

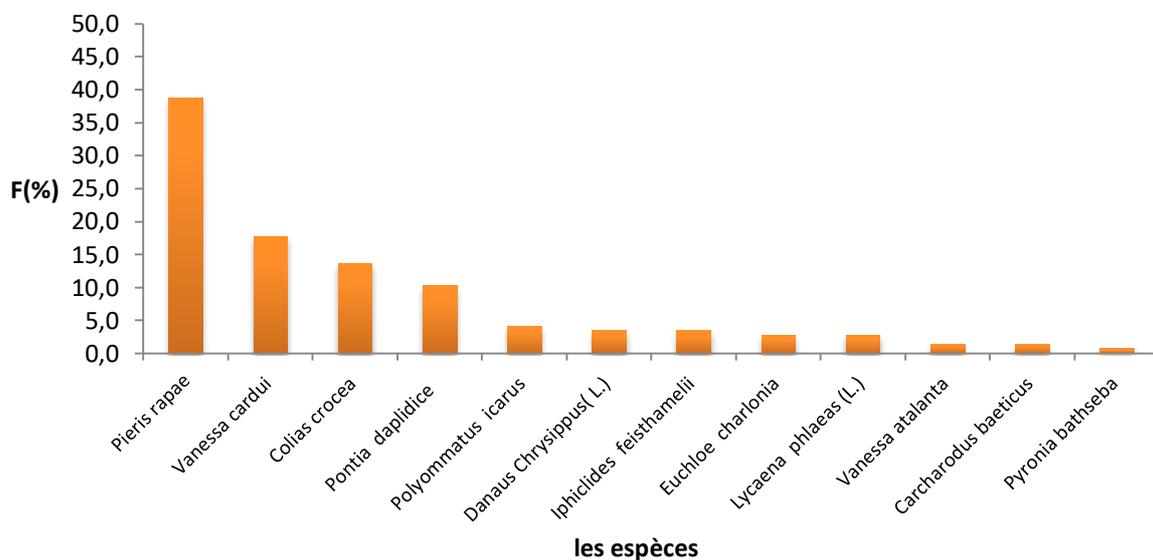


Figure 20 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les parcelles céréalières prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.2.2 Fréquences centésimales (F%) des papillons de jour dans les vergers oléicoles

Concernant les vergers oléicoles les taux de présence les plus marquées sont ceux de *Pieris rapae* avec 33,5 % et de *Pontia daplidice* 21,9 %, ensuite vient l'espèce de *Vanessa cardui* Avec 17,4 % ces trois espèces marquent presque les trois quarts d'effectif total au sein de ce milieu (Fig.21).

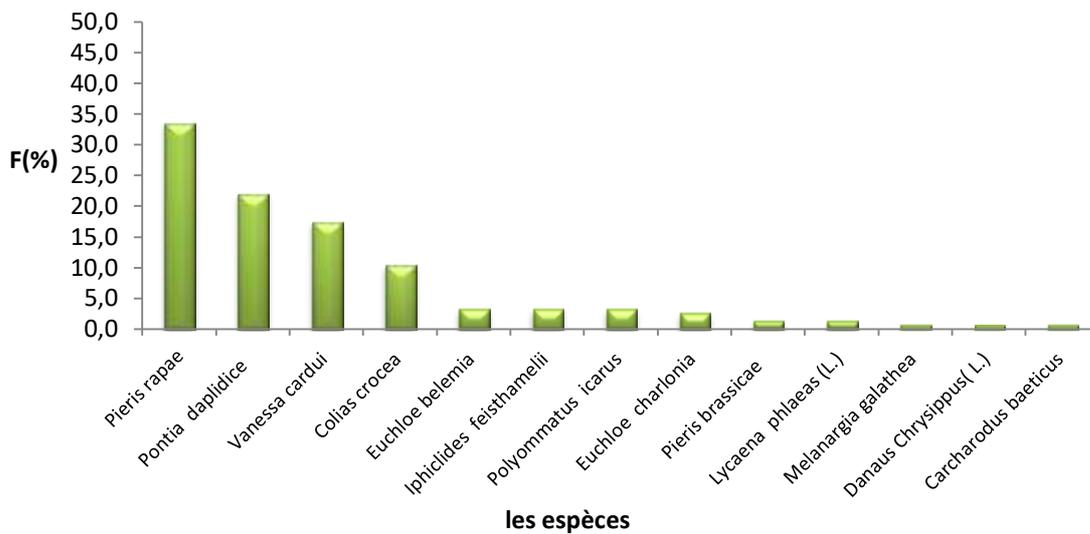


Figure 21 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers oléicoles prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.2.3 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans les vergers de l'abricotier

Concernant le verger de l'abricotier les taux de présence les plus marqués, sont ceux de *Pieris rapae* avec 39,1 %, ensuite vient l'espèce *Pontia daplidice* avec 14,7 et 13,6 % pour chacune de ces espèces il s'agit de *Colias crocea* et *Vanessa cardui* suivie par *Iphiclides feisthamelii* qui affiche 10,3 %. *Euchloe charltonia* enregistre 4,3 %. Les autres espèces telles que *Pieris brassicae*, *Euchloe belemia* et *Polyommatus icarus* semblent s'adapter difficilement au terrain ; leurs taux sont 1,1 ; 0,5 et 0,5% successivement (Fig.22).

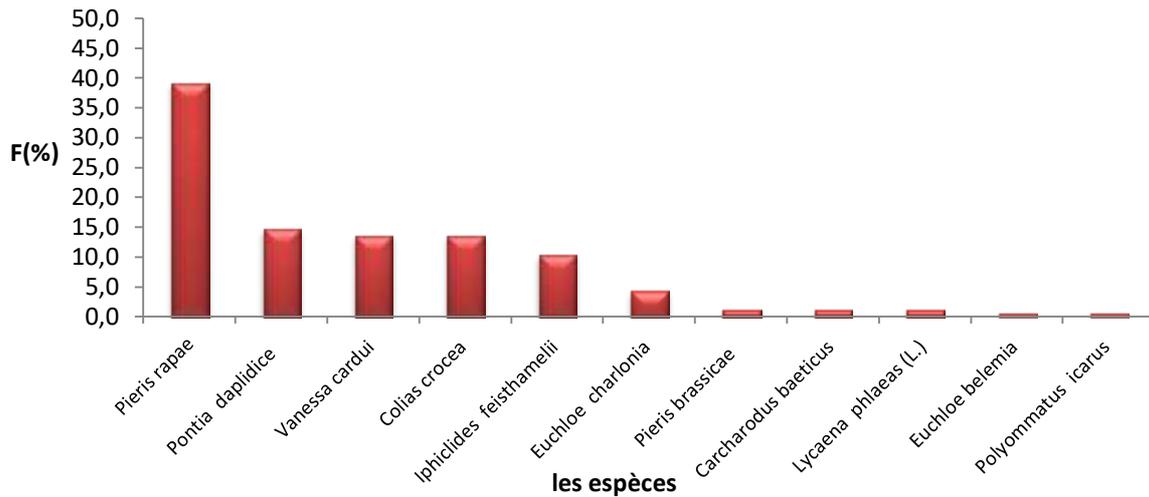


Figure 22: Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers d’abricotiers prospectés dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.2.4 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans les cultures maraichers

Dans les cultures maraichères les taux les plus importants sont signalés par l’espèce *Pieris rapae* avec 45,1 % par l’espèce *Pontia daplidice* avec 23,9 %. Les taux de *Colias crocea* Et *Iphiclides feisthamelii* sont de 5,3 et 3,5 %. Celles qui sont rares sont *Lycaena phlaeas (L.)* *Polyommatus icarus*, *Euchloe charltonia* et *Euchloe belemia* avec une présence de 2 individus pour les deux premières espèces et un seul individu pour les autres espèces (Fig.23).

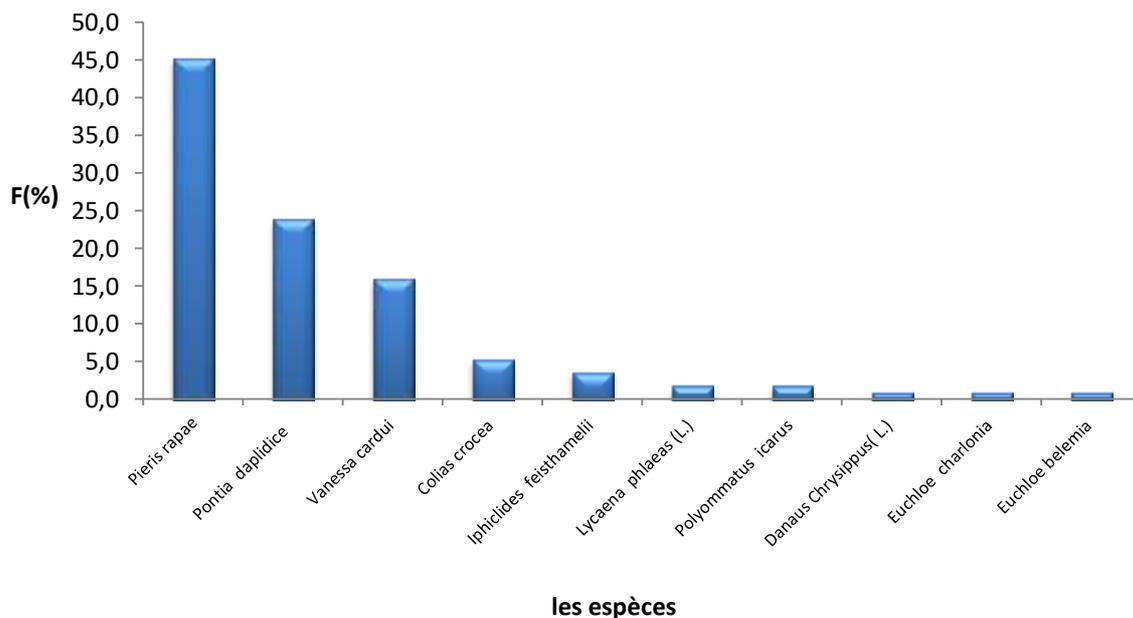


Figure 23 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les cultures maraichères prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.2.5 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans les vergers

D'arboriculture fruitière

Les résultats obtenus dans ce type d'habitat montrent que ce milieu est moins peuplé en rhopalocères et que la dominance des espèces est différente de celles-ci de premiers milieux, il s'agit de *Colias crocea* avec 24,7 %, de *Pieris rapae* avec 23,5 % cependant *Iphiclides feisthamelii*, prend la troisième place avec 18,8 %, suivie par *Vanessa cardui* 14,1 % et *Euchloe charlonia* 7,1 % (Fig. 24).

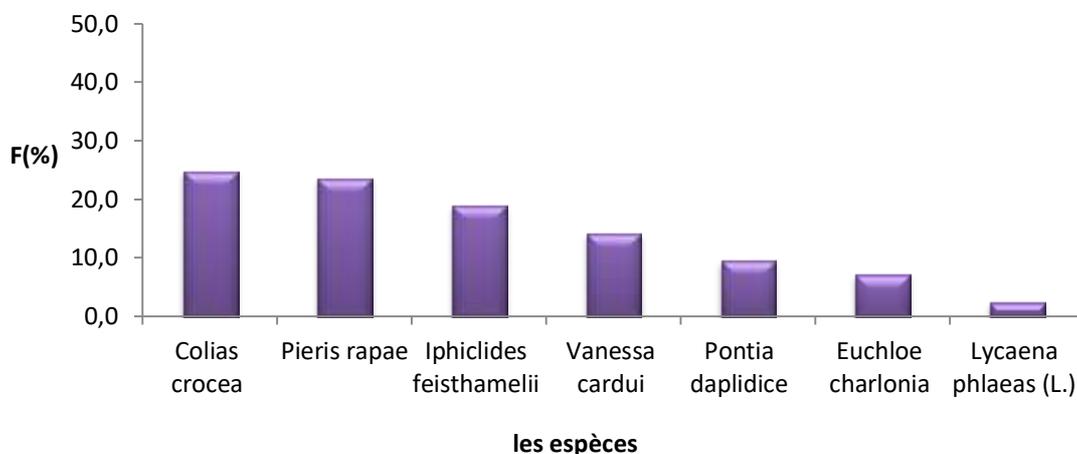


Figure 24 : Fréquence centésimale des rhopalocères dans les vergers d'arboricultures fruitières prospectées dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.2.2.1.3 Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu agricole

Pour le milieu agricole, on a 07 espèces de 15 soit (47 %) qui font partie de la classe de constance rare, suivie par la classe de constance accessoires avec 04 espèces soit 27 %, en outre 03 espèces sont qualifiées d'accidentelles soit 20 % et la classe de constance régulière est marqué par une seule espèce il s'agit de *Pieris rapae* (Tab.15).

Tableau 15 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours dans les milieux agricoles dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|----------------------------|----|------|------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 76 | 36,2 | Accessoire |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 9 | 4,3 | Rare |
| <i>Melanargia galathea</i> | 1 | 0,5 | Rare |

| | | | |
|--------------------------------|-----|------|---------------------|
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 10 | 4,8 | Rare |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 2 | 1,0 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 127 | 60,5 | régulière |
| <i>Pieris brassicae</i> | 2 | 1,0 | Rare |
| <i>Colias crocea</i> | 63 | 30,0 | Accessoire |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 18 | 8,6 | Accidentelle |
| <i>Euchloe belemia</i> | 6 | 2,9 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 64 | 30,5 | Accessoire |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 18 | 8,6 | Accidentelle |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 7 | 3,3 | Rare |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 12 | 5,7 | Accidentelle |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 1 | 0,5 | Accessoire |

IV.2.2.1.3.1 Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours de la culture céréalière
 Sur les 12 espèces rhopalocères rencontrées dans les cultures céréalières, trois espèces sont dites accessoires, il s'agit de *Vanessa cardui* (42,9%), *Colias crocea* (33,3 %) et *Pontia daplidice* (26,2 %). Les espèces rares sont *Vanessa atalanta* , *Pyronia bathseba* , *Euchloe charlonia* *Iphiclides feisthamelii* , *Carcharodus baeticus* *Lycaena phlaeas (L.)* et *Polyommatus icarus* elles représentent 58,8 % des espèces trouvées.

Seulement *Pieris rapae* est considérée comme régulière la valeur de sa fréquence d'occurrence est : 59,5% (Tab.16).

Tableau 16 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours des cultures céréalières dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|-------------------------------|----|------|---------------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 18 | 42,9 | Accessoire |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 4 | 9,5 | Accidentelle |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 25 | 59,5 | Régulière |
| <i>Colias crocea</i> | 14 | 33,3 | Accessoire |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 11 | 26,2 | Accessoire |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----|------|
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 2 | 4,8 | Rare |

IV.2.2.1.3.2 Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours des vergers oléicoles

Tableau 17 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jours des vergers oléicoles dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 19 | 45,2 | Accessoire |
| <i>Melanargia galathea</i> | 1 | 2,4 | Rare |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 2 | 2,4 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 28 | 66,7 | Régulière |
| <i>Pieris brassicae</i> | 1 | 2,4 | Rare |
| <i>Colias crocea</i> | 12 | 28,6 | Accessoire |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 4 | 9,5 | Accidentelle |
| <i>Euchloe belemia</i> | 4 | 9,5 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 13 | 31,0 | Accessoire |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 3 | 7,1 | Accidentelle |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 3 | 7,1 | Accidentelle |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 1 | 2,4 | Rare |

IV.2.2.1.3.3 Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des vergers d'abricotiers

Tableau 18 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des vergers d'abricotiers dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------|----|-------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 17 | 40,48 | Accessoire |
| <i>Pieris rapae</i> | 32 | 76,19 | régulière |
| <i>Pieris brassicae</i> | 1 | 2,38 | Rare |
| <i>Colias crocea</i> | 17 | 40,48 | Accessoire |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 7 | 16,67 | Accidentelle |
| <i>Euchloe belemia</i> | 1 | 2,38 | Rare |

| | | | |
|--------------------------------|----|-------|--------------|
| <i>Pontia daplidice</i> | 14 | 33,33 | Accessoire |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 7 | 16,67 | Accidentelle |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 4 | 9,52 | Accidentelle |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 3 | 7,14 | Accidentelle |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 1 | 2,40 | Rare |

IV.2.2.1.3.4 Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des cultures maraichers

Tableau 19 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des cultures maraichers dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 13 | 31,0 | Accessoire |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 1 | 2,4 | Rare |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 2 | 4,8 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 30 | 71,4 | Régulière |
| <i>Colias crocea</i> | 4 | 9,5 | Accidentelle |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 1 | 2,4 | Rare |
| <i>Euchloe belemia</i> | 1 | 2,4 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 14 | 33,3 | Accessoire |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 3 | 7,1 | Accidentelle |

IV.2.2.1.3.5 Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des arboricultures fruitières

Tableau 20 : Fréquence d'occurrence (C %) des papillons de jour des arboricultures fruitières dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 9 | 21,4 | Accidentelle |
| <i>Pieris rapae</i> | 12 | 28,6 | Accessoire |
| <i>Colias crocea</i> | 16 | 38,1 | Accessoire |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 4 | 9,5 | régulière |
| <i>Pontia daplidice</i> | 12 | 28,6 | Accessoire |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 3 | 7,1 | Accidentelle |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 1 | 2,4 | Rare |

IV.2.2.2 Indices écologique de structure

L'étude de la structure des disponibilités en espèces de rhopalocères, échantillonnées ainsi que l'équitabilité sont effectuées grâce à des indices écologiques de structures tels que l'indice de diversité de shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (E).

Le tableau ci-dessous regroupe les valeurs des indices de diversité appliquées aux individus des rhopalocères dans les cinq milieux.

Tableau 21 : variations des paramètres de la diversité appliqués aux individus rhopalocères dans le milieu agricole dans la wilaya de Msila au cours de 2015 et 2016.

| paramètres | CC | OL | A | CM | A' |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| S | 12 | 13 | 11 | 10 | 7 |
| N | 147 | 155 | 184 | 113 | 85 |
| H'(bits) | 1,431 | 1,370 | 1,301 | 1,025 | 1,618 |
| H_{max} (bits) | 1,886 | 1,875 | 1,766 | 1,536 | 1,774 |
| E | 0,7588 | 0,7308 | 0,7365 | 0,6672 | 0,9119 |
| D | 0,784 | 0,794 | 0,776 | 0,709 | 0,814 |
| HILL | 0,510 | 0,466 | 0,485 | 0,435 | 0,708 |

CC : cultures céréalières, CM : cultures maraichères ; VA : vergers d'abricotiers ; VO : vergers d'oléiculture et VA : vergers d'arboriculture fruitières (grenadiers et poiriers) ; S : richesse totale ; N : nombre d'individus ; H' : indice de diversité de shaonnon-waever exprimé en binary digit (bit) ; H_{max} : diversité maximale exprimé en binary digit (bit) ; E : équirépartition ; D : indice de diversité de simpson .

Hill : indice de hill.

IV.2.2.2.1 Indice de diversité de Shannon-Waever des papillons de jour en milieu agricole

On note que les valeurs de l'indice Shannon-Waever (H') varient entre 1,025 et 1,618 bit. Pour le verger d'arboricultures fruitières nous avons noté la valeur la plus élevée avec 1,618 bit, les vergers d'oléiculture et d'abricotiers affichent des valeurs très proches respectives de 1,370 et 1,301 bit alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans les cultures maraichères avec 1,025 bit.

IV.2.2.2.2 Indice de diversité maximale des papillons de jour en milieu agricole

Concernant le H_{max} , les valeurs de cet indice sont légèrement différentes mais plus élevées que H' , ou les cultures céréalières affichent la valeur la plus élevée (1,886 bit) suivie de vergers d'oléiculture avec 1,875 bit.

Des valeurs semblables sont notées pour les vergers d'arboricultures qui sont 1,766 pour l'abricotiers et 1,774 pour les autres espèces.

La valeur la moins importante est notée au niveau de cultures maraichères avec 1,536 bit (Tab.22).

IV.2.2.2.3 Indice d'équirépartition de PIELOU des papillons de jour en milieu agricole

Pour ce qui concerne l'équirépartition de PIELOU les valeurs indiquées dans le tableau 20, sont supérieures à 0,5 pour tous les milieux. Elles se varient entre 0,6672 pour les cultures maraichères et 0,9119 pour l'arboriculture fruitières, ces valeurs tendent vers 1 ce qui implique une régularité élevée et que les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux au cours de tous les mois.

IV.2.2.2.4 Indice de diversité de Simpson des papillons de jour en milieu agricole

Les valeurs de l'Indice de diversité de Simpson varient entre un intervalle de [0,70-0,81] les 04 milieux (les cultures céréalières, vergers d'oléicultures, vergers d'abricotiers et les cultures maraichères) affichent des valeurs assez élevées et qui sont très proches.

Cependant, les vergers d'arboricultures fruitières s'écartent avec une valeur plus élevée de 0,814 (Tab.22).

IV.2.2.2.5 Indice de Hill des papillons de jour en milieu agricole

L'utilité de cet indice est d'associer les deux indices de diversité l'indice de shannon-Waever (H') qui s'applique aux effectifs rares et l'indice de Simpson (D) qui se base sur les effectifs des espèces abondantes. Ceci permet d'avoir une vue encore plus précise de la diversité obtenue dans chaque milieu de culture.

Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible, les papillons de vergers d'arboriculture fruitières affichent une valeur élevée de 0,708 ce qui traduit par une faible diversité par rapport aux autres milieux qui enregistrent respectivement 0,510 pour les cultures céréalières 0,466 pour les vergers d'oléiculture; 0,485 pour les vergers d'abricotiers. Les cultures maraichères indiquent une valeur plus basse de 0,435 ce qui explique que ce milieu est le plus diversifié entre les autres.

IV.2.2.3 Similitude du peuplement

L'utilisation du coefficient de similarité de Sorensen (Maguran, 1988) entre les cinq stations, Montre qu'il existe une forte similitude entre les communautés étudiées.

Toutefois la composition spécifique de la rhopalofaune varie entre les différents couples de cultures.

A l'examen des résultats enregistrés dans le Tableau 22, nous constatons que ce sont les vergers oléicoles (VO) et d'abricotiers (VA) qui présentent la rhopalofaune la plus proche, avec un degré de similarité de 92 %.

La minimum valeur de similarité est enregistrée entre les cultures céréalières (CC) et les vergers d'arboricultures fruitières (VA') avec une valeur de 74 %.

L'indice indique des valeurs élevées entre les couples céréaliculture / culture maraichères, vergers d'abricotiers / cultures maraichères et culture maraichères / vergers d'arboriculture fruitières avec des valeurs respectives de (82 %), (86%) et (82 %).

Tableau 22. Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux papillons de jour dans les différents milieux.

| | CC | VO | VA | CM | VA' |
|-----|------|------|------|------|------|
| CC | 100% | | | | |
| VO | 80% | 100% | | | |
| VA | 78% | 92% | 100% | | |
| CM | 82% | 87% | 86% | 100% | |
| VA' | 74% | 80% | 78% | 82% | 100% |

IV.2.2.4 Amplitude d'habitat des rhopalocères et préférendum écologique

La répartition spécifique et l'ordre d'arrivée écologique des espèces ont été calculés en se basant sur le barycentre et l'amplitude d'habitat de chaque espèce.

L'évolution numérique de chaque population sera examinée le long du gradient de végétation et qui correspond à des valeurs croissantes d'abondance maximales des espèces dans les stations échantillonnées. Relativement à cette série, chaque espèce sera caractérisée par les valeurs de son "barycentre" (g) et de son " amplitude d'habitat " (AH) (Blondel, 1979).

Le barycentre d'une espèce mesure le centre de gravité de la distribution de ses individus dans le gradient végétal. Son amplitude d'habitat mesure l'hétérogénéité de cette distribution et traduit l'amplitude de la niche spatiale.

Ces paramètres sont définis comme suit pour une succession de n Biotopes et calculés suivant la formule :

$$g = (1x1+2x2+3x3+\dots\dots\dots nxn)/\sum x$$

$$AH = e^{H'}$$

x1, x2, x3,.....xn ; les effectifs de l'espèce respectivement dans les biotopes 1, 2,3,.....n.

$$\sum x = x1 + x2 + x3,.....xn .$$

e = base des logarithmes népériens.

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

Pi : est proportion des individus de l'espèce dans le milieu i.

Les deux paramètres peuvent varier de 1 à n (pour n biotopes successifs numérotés de 1 à n).

AH vaut 1 quand l'espèce n'est présente que dans un biotope et n quand l'espèce est répartie de manière égale dans les n biotopes (ici, n = 5 dans le milieu agricole ; n = 3 dans le milieu naturel).

Au moyen des valeurs de g et d'AH, nous avons effectué un classement des espèces.

Celles-ci ont été ordonnées selon les valeurs croissantes du barycentre et pour une même

Valeur de celui-ci, selon les valeurs croissantes de l'amplitude d'habitat. Ce classement

Apparaît au tableau 23.

Le barycentre indique la place des espèces dans les différentes stations. L'amplitude d'habitat AH mesure la largeur de leur niche écologique.

Tableau 23 : Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces rhopalocères dans les 05 cultures agricoles

| | CC | OL | A | CM | A2 | g | AH |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|------|------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 26 | 27 | 25 | 18 | 12 | 2,66 | 4,81 |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2,00 | 1,00 |
| <i>Melanargia galathea</i> | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1,57 | 2,22 |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,00 | 1,00 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,00 | 1,00 |
| <i>Pieris rapae</i> | 57 | 52 | 72 | 51 | 20 | 2,70 | 4,68 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 15 | 34 | 27 | 27 | 8 | 2,81 | 4,53 |
| <i>Colias crocea</i> | 20 | 16 | 25 | 6 | 21 | 2,91 | 4,61 |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 4 | 4 | 8 | 1 | 6 | 3,04 | 4,32 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 2,43 | 2,22 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2,50 | 2,00 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|----|---|----|------|------|
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 5 | 5 | 19 | 4 | 16 | 3,43 | 4,07 |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2,00 | 2,87 |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,67 | 4,76 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 6 | 5 | 1 | 2 | 0 | 1,93 | 3,31 |

Pour le but de répartir les espèces de papillons de jours selon leurs affinités pour une culture considérée, nous avons délimité des classes au moyen des valeurs suivantes de g :

1 ; 2 ; 3 ; 4. Ces classes sont données dans le tableau suivant

Tableau 24 classification des espèces de rhopalocères au moyen des valeurs de barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH

| | n | g | AH |
|---------------------------------------------------------------|------|------|------|
| Espèces préférant les cultures céréalières ($1 \leq g < 2$) | | | |
| <i>Vanessa atalanta</i> | 2 | 1,00 | 1,00 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1 | 1,00 | 1,00 |
| <i>Danaus Chrysippus (L.)</i> | 7 | 1,57 | 2,22 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 14 | 1,93 | 3,31 |
| Espèces préférant les vergers oléicoles ($2 \leq g < 3$) | | | |
| <i>Melanargia galathea</i> | 1 | 2,00 | 1,00 |
| <i>Carcharodus baeticus</i> | 5 | 2,00 | 2,87 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 7 | 2,43 | 2,22 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 4,00 | 2,50 | 2,00 |
| <i>Vanessa cardui</i> | 108 | 2,66 | 4,81 |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 12 | 2,67 | 4,76 |
| <i>Pieris rapae</i> | 252 | 2,70 | 4,68 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 111 | 2,81 | 4,53 |
| <i>Colias crocea</i> | 88 | 2,91 | 4,61 |
| Espèces préférant les vergers abricotiers ($3 \leq g < 4$) | | | |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 23 | 3,04 | 4,32 |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 49 | 3,43 | 4,07 |

D'après les résultats enregistrés dans le tableau 24. Nous remarquons que 03 cultures renferment des espèces préférentielles.

Sur les 15 espèces inventoriées, plus de la moitié semble préférer les verges oléicoles. Le barycentre moyen des espèces les plus répandues est de 2,31.

Le tableau 19, nous renseigne ainsi qu'aucune espèce n'est répandue dans les cinq cultures d'une manière égale (AH =5). L'amplitude d'habitat moyenne pour les 15 espèces les plus abondantes est de 3,16.

Seulement ces 07 espèces ; *Vanessa cardui*, *Lycaena phlaeas* (L.), *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Colias crocea* *Euchloe charlonia*, *Iphiclides feisthamelii* ont une amplitude d'habitat supérieur à 04.

Globalement nous remarquons qu'en moyenne l'amplitude d'habitat est très faible dans les cultures céréalières qui renferment des espèces « spécialistes » alors que les vergers d'abricotiers et les vergers oléicoles renferment des espèces plus ou moins « généralistes ».

IV.2.2.5 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu agricole

La répartition numérique des individus par espèce dans une biocénose ou bien taxocoenose est souvent décrite dans la littérature écologique.

L'arrangement des abondances des espèces qui composent le peuplement exprime son degré d'organisation.

La distribution des fréquences des différentes espèces de papillons de jour dans les cinq stations agricoles étudiées est aussi variable que celle des abondances. À cet effet, l'ordre d'arrivée par les diagrammes rang/ fréquence qu'on la représente généralement par un graphique sur lequel en porte en abscisse les ranges des espèces classées par ordre d'abondance décroissant, et en ordonnée les fréquences absolues ou relatives de la collection examinée. L'échelle est logarithmique ou semi-logarithmique. On obtient de cette façon des courbes d'allures variées, qui donnent une image synthétique du peuplement plus complète qu'un simple indice de diversité et permettent aussi de suivre et visionner les fluctuations de la structure des communautés des rhopalocères dans ce milieu agricole.

Les courbes d'ordre d'arrivée des espèces au niveau des différentes cultures, présentent individuellement des alignements correctement échelonnées dans le temps.

Nous avons codifié le nom des espèces pour pouvoir les utiliser plus facilement. Le code est composé des deux premières lettres du genre + les deux premières lettres de l'espèce et, est utilisé comme légende des graphiques.

IV.2.2.5.1 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les cultures céréalières

La richesse des papillons de jours dans les céréales est de l'ordre de 12 espèces, *Pieris rapae*

Arrive en 1^{er} lieu. Suivie de loin par *Vanessa cardui*, *Colias crocea*, *Pontia daplidice* ces espèces forment le 1^{er} groupe.

Le deuxième groupe est constitué de *Danaus Chrysippus* (L.), *Polyommatus icarus*, *Iphiclides feisthamelii*, et *Euchloe charlonia*. Enfin le troisième groupe formé de 03 espèces représentés par de faibles abondances *Vanessa atalanta*, *Pyronia bathseba* et *Carcharodus baeticus*.

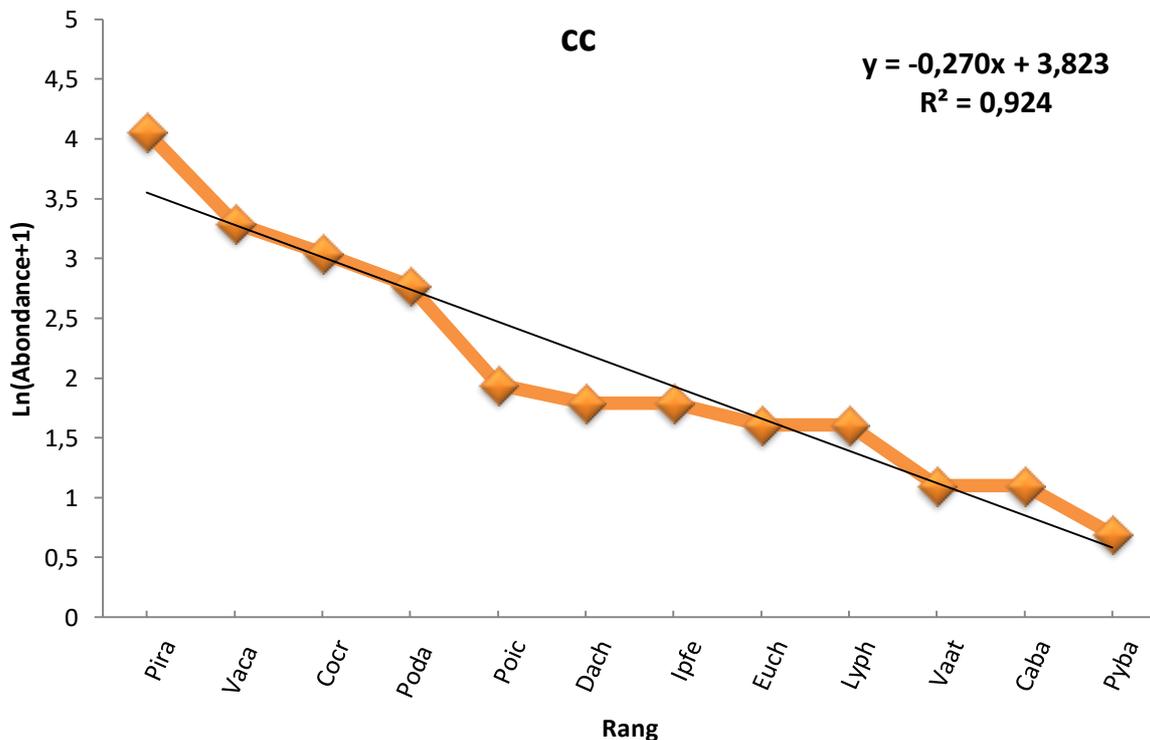


Figure 25 : Ordre d'arrivée des espèces de Papillons de jour dans les cultures céréalières.

IV.2.2.5.2 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers oléicoles.

L'ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers oléicoles est illustré en figure 26.

Cette culture renferme 13 espèces. *Pieris rapae* Arrive encore une fois en 1^{er} lieu, elle est suivie par *Pontia daplidice*, *Vanessa cardui*, et *Colias crocea*. ce premier groupe s'éloigne de deuxième groupe qui marqué par *Euchloe belemia* qui vient en pole position suivie par *Iphiclides feisthamelii*, *Polyommatus icarus* et *Euchloe charlonia*. et d'une façon moins abondante mais égale on trouve *Pieris brassicae* et *Lycaena phlaeas* (L.).

Pour le troisième groupe on note la présence de 03 espèces qui appariassent sur la même ligne il s'agit de *Melanargia galathea*, *Danaus Chrysippus* (L.) et *Carcharodus baeticus*. ces dernières sont pratiquement positionnées dans la catégorie des espèces rares.

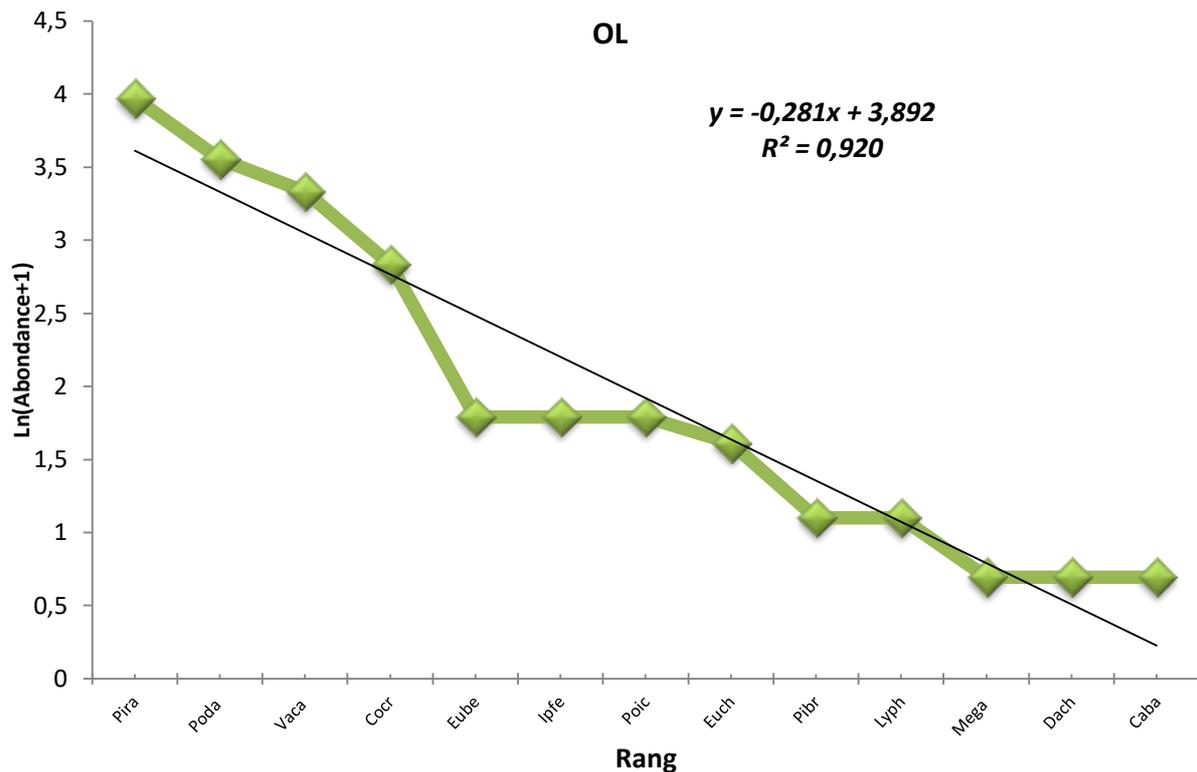


Figure 26. Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers oléicoles.

IV.2.2.5.3 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers d'abricotiers.

Au niveau des vergers d'abricotiers on note aussi que sont les mêmes espèces qui forment le premier groupe, l'espèce *Pieris rapae* se manifeste en tant qu'une espèce prédominante. Elle s'observe accompagné par un nombre important. De loin et par la suite, s'installent un groupe d'espèces composé de *Pontia daplidice*, *Vanessa cardui*, et *Colias crocea* ces dernières se présentent sur la même ligne et arrivent au même moment. Ensuite vient le deuxième groupe qui comporte 05 espèces, il est question de *Iphiolides feisthamelii*, *Euchloe charlonia*, *Pieris brassicae*, *Carcharodus baeticus* et *Lycaena phlaeas* (L.).

Par ailleurs, arrivent en 03 groupe, deux espèces caractérisées par de faibles abondances, il s'agit de *Euchloe belemia* et *Polyommatus icarus* qui apparaissent dans la catégorie des espèces rares.

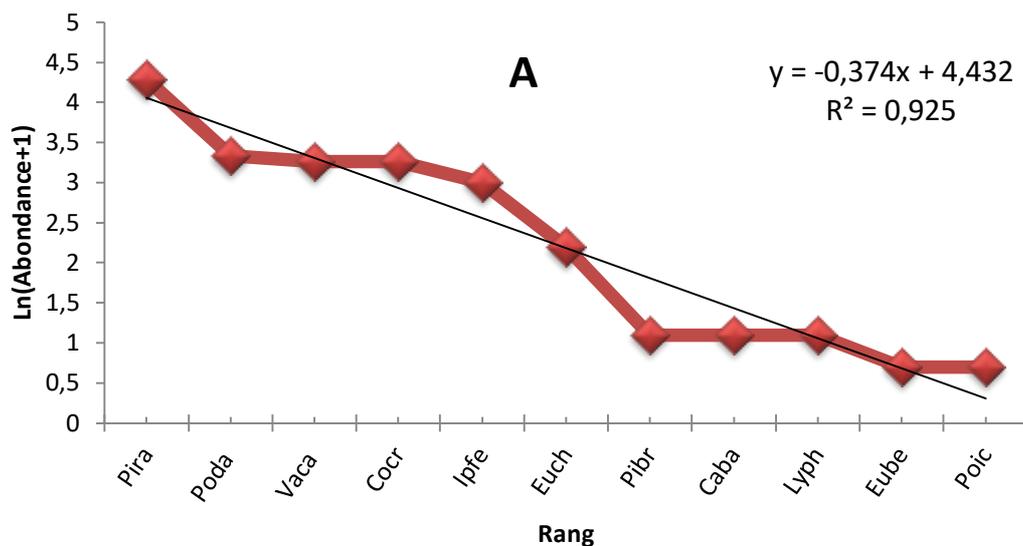


Figure 27 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les vergers d'abricotiers.

IV.2.2.5.4 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les cultures maraîchères

Dans les cultures maraîchères et sur les 09 espèces collectées on note que toujours *Pieris rapae* arrive la première et forme avec *Pontia daplidice* et *Vanessa cardui* le premier groupe. Les autres espèces arrivent en disposition échelonnée ; il est question de *Colias crocea*, *Iphiclides feisthamelii*, *Lycaena phlaeas* (L.) et *Polyommatus icarus* ces dernières composent le deuxième groupe. Ensuite *Danaus Chrysippus* (L.), *Euchloe charlonia* et *Euchloe belemia* se manifestent en des faibles fréquences, dressées sur la même ligne qui font partie des espèces rares.

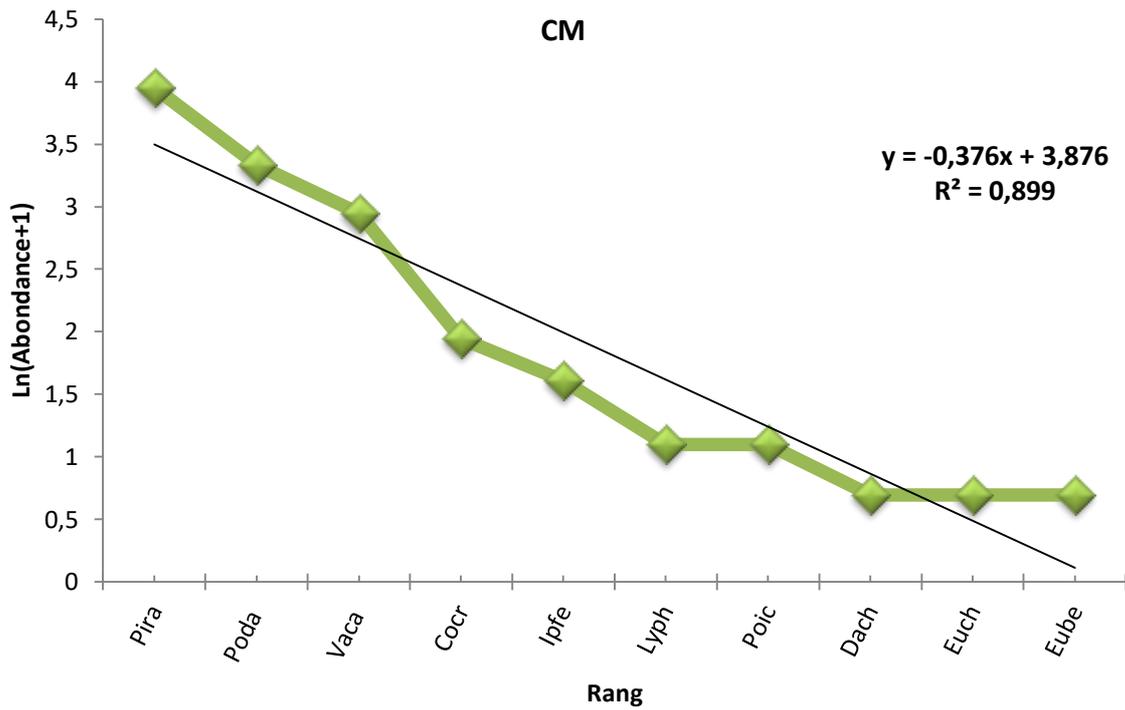


Figure 28 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les cultures maraichères

IV.2.2.5.5 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les verges arboricoles

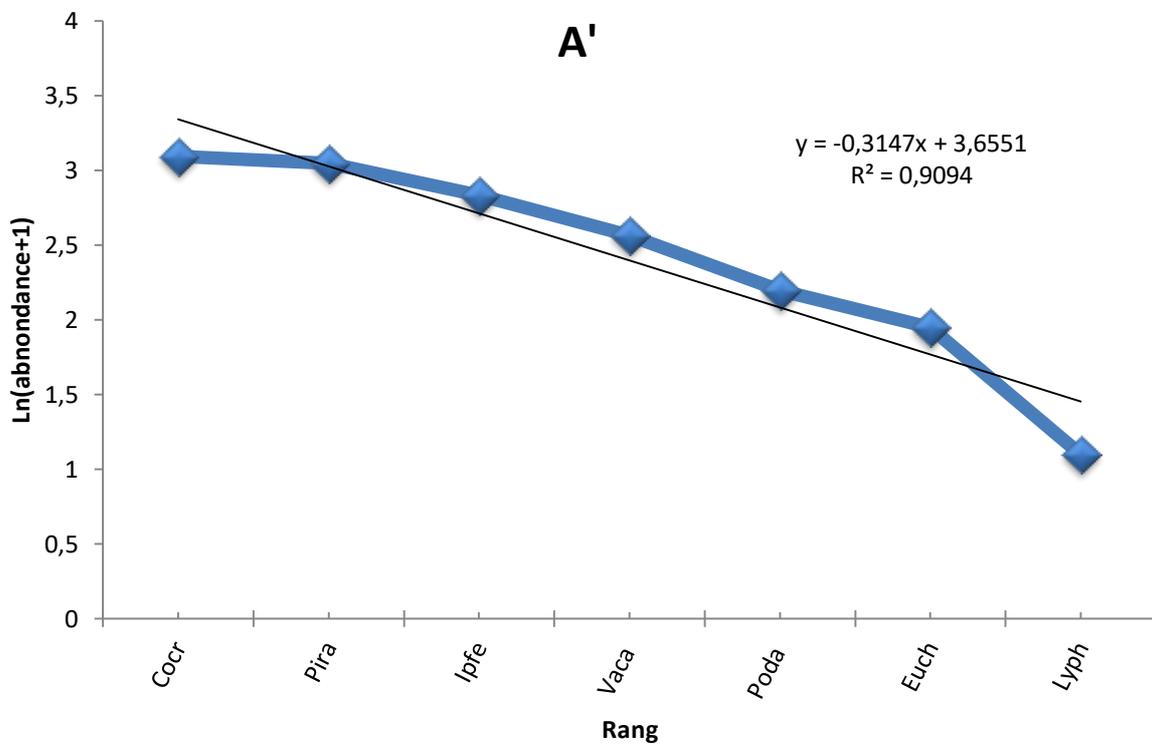


Figure 29 : Ordre d'arrivée des papillons de jour dans les verges arboricoles

Ce milieu se singularise des autres milieux agricoles par le fait qu'il abrite moins d'espèces on compte uniquement 07 espèces et aussi contrairement aux précédents milieux l'espèce qui arrive la première est *Colias crocea* suivie par *Pieris rapae*. Cette courbe s'avère presque homogène et uniforme, par ordre d'arrivée s'installent ces espèces *Iphiclides feisthamelii*, *Vanessa cardui*, *Pontia daplidice* et *Euchloe charlonia*.

En dernière position on note la présence de l'espèce *Lycaena phlaeas* (L.) caractérisé par faible abondance.

À l'examen des figures précédentes trois groupes se distinguent au sein des communautés de papillons :

Le premier groupe est presque identique pour l'ensemble des cultures à part les vergers arboricoles qui commencent par l'espèce *Colias crocea*, et qui se distinguent par une allure plus ou moins homogène. Et qui est constitué essentiellement des espèces dominantes classiques avec de fortes fréquences telles que ; *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Vanessa cardui* et *Colias crocea*. Ces espèces se coexistent souvent avec le deuxième groupe qui présente celles moyennement fréquentes.

Ensuite, on trouve les espèces à très faibles dominances qui font partie des catégories des espèces rares, qui forment le troisième groupe citons par exemple ; *Carcharodus baeticus* et *Vanessa atalanta*.

La figure suivante, (Fig 40) représente le modèle de distribution de Motomura pour l'ensemble des stations. Cette représentation simpliste permet de visualiser directement la répartition des taxons partant des plus abondants vers les plus rares.

Sur ces courbes rangs-fréquences en ordonnée semi logarithmique établies, l'alignement de points est destiné à montrer si les espèces d'un peuplement donné suivent la loi de Motomura ces courbes font apparaître une succession de segments mais d'allures différentes, montrant une régularité et une diversité variable d'une station à une autre.

Les comparaisons de pentes des abondances dans les cultures agricoles ont été réalisées en utilisant la procédure décrite dans le logiciel PAST version 1.91 (Hammer *et al.*, 2001)

La présence de points d'inflexion, considérée comme signe de mélange de peuplements, est parfaitement lisible sur les cinq courbes (Figure. 30).

La juxtaposition de cinq courbes sur un même diagramme dans un but de comparaison laisse apparaître l'ordre décroissant suivant selon le modèle de Motomura .

La courbe représentative de l'abondance des taxons dans les vergers arboricoles (VA') est plus courte que les autres, la diversité y est plus faible à l'origine d'un peuplement moins diversifié mais bien structuré par contre la courbe établie à partir des abondances des taxons

récoltés dans les vergers oléicoles est plus longue qui se traduit par une présence d'un peuplement plus diversifié.

La courbe relative aux vergers d'abricotiers apparaît légèrement supérieure aux autres, d'une façon globale les diagrammes rang / fréquence ont montré que la succession des espèces de papillons varie d'une culture à une autre, dans les plantations agricoles prospectées on constate soit une régression de nombre de spécimens soit un décalage de l'ordre de l'arrivée des espèces.

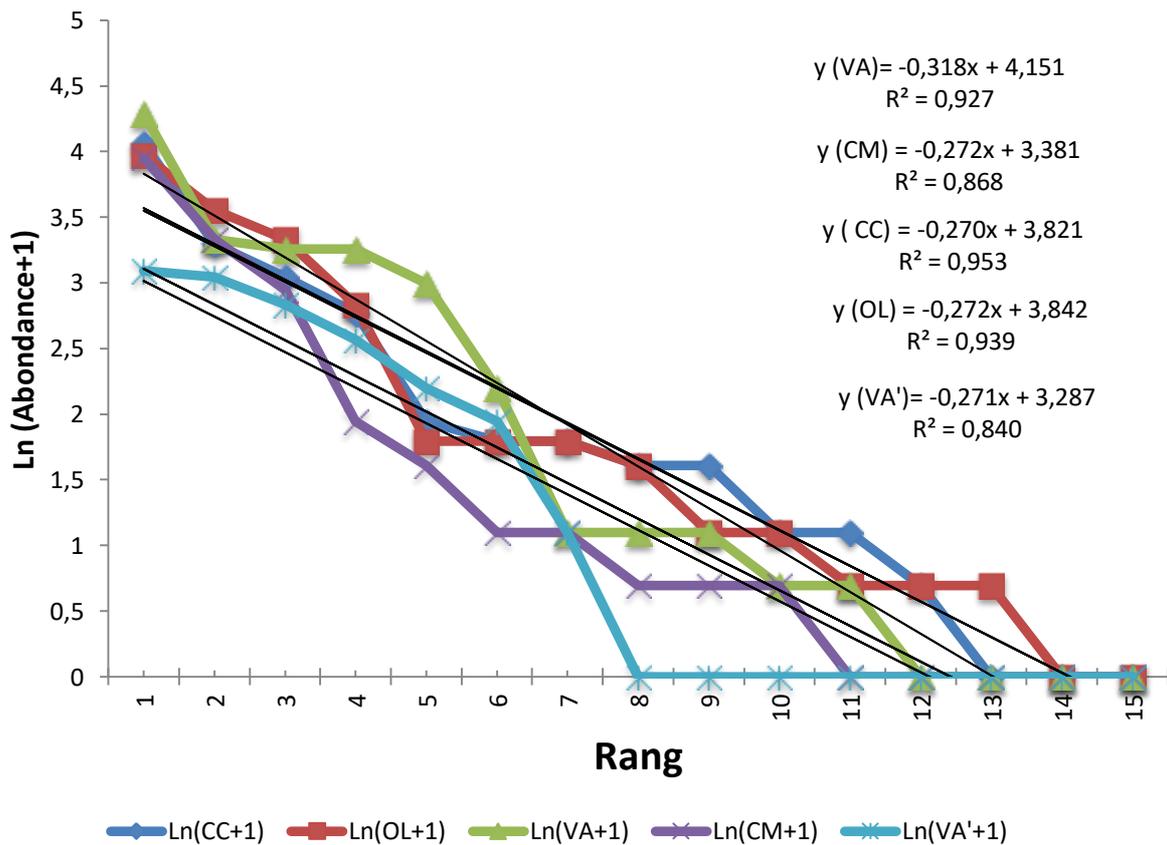


Figure 30 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons pour l'ensemble des stations.

A l'examen du tableau 25, on ne note pas de différence significative dans la diversité des papillons de jours dans les cinq milieux agricoles, l'ajustement des pentes au modèle naturel de Motomura ne montre pas des probabilités significatives. Cela signifie que la Rhopalofaune présente de perturbation dans ces cultures.

Tableau 25 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différentes cultures agricoles.

| | CC | OL | VA | CM | VA' |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Pente | -0,882 | -0,879 | -0,804 | -0,768 | -0,179 |
| Ajustement modèle | 0,35037 | 0,36063 | 0,51172 | 0,38889 | 0,71837 |
| Motomura | | | | | |
| CC | | | | | |
| OL | 0,83753 ^{NS} | | | | |
| VA | 0,50691 ^{NS} | 0,6457 ^{NS} | | | |
| CM | 0,94437 ^{NS} | 0,89237 ^{NS} | 0,55226 ^{NS} | | |
| VA' | 0,32613 ^{NS} | 0,23691 ^{NS} | 0,10375 ^{NS} | 0,29352 ^{NS} | |

NS: différence non-significative

* p<0.05;

** p<0.01;

*** p<0.001

IV.2.2.6 Courbe de vol des papillons de jour dans le milieu agricole

IV.2.2.6.1 Courbe de vol de *Pieris rapae*

La piéride de la rave s'est montrée présente au première position dans toutes les plantations agricoles , au sein des cultures céréalières cette espèce affiche sa présence avec un pic maximale au mois de mai 2015 de l'ordre de 15 individus , puis la courbe décroît et rapidement s'annule aux mois de juin et juillet cette courbe reprend légèrement sa remontée pour le reste des mois pour atteindre un pic au mois de mai 2016 avec 15 individus . Son activité prend la même allure que celle de l'année précédente, mais avec des effectifs plus faibles (Fig .31).

En vergers oléicoles ce papillon est pratiquement présent durant toute l'année sauf en mois de juillet 2015. Son pic est enregistré durant le mois d'avril et mai avec 05 individus, durant pratiquement le reste des mois d'observation la piéride a été observé avec de faible abondances (Fig.32).

Quant aux vergers d'abricotiers cet insecte semble être présent durant toute l'année excepté en mois de décembre et février 2016 ou note son absence.

Le maximum de vol est enregistré au mois d'avril 2016 avec 09 individus le reste de l'année son apparition est variable d'un mois à un autre avec des abondances plus ou moins faibles (Fig.33).

En maraichage la piéride de la rave est presque présente toute l'année son absence se coïncide avec le mois de juillet (2015 et 2016), pour le reste des mois elle affiche des présences faibles et enregistre un maximum de 03 espèces aux mois d'avril 2015 et juillet 2016 (Fig.34).

Contrairement aux premiers milieux ce papillon enregistre une absence totale durant les périodes printanières pour réapparaître au mois d'août avec un seul individu cependant son maximum est enregistré en mois de juillet 2016 avec 03 espèces uniquement, il est noté durant les périodes automnales et hivernales avec un maximum de 02 individus (Fig.35).

IV.2.2.6.2 Courbe de vol de *Vanessa cardui*

Vanessa cardui ou communément nommée la belle dame est prise en considération qu'en culture céréalière, ce papillon vient juste après *Pieris rapae*. Son apparition se fut en mois de Mai 2015 pour les mois qui suivent elle est absente elle se relance en mois de décembre 2015 avec 02 individus elle continue sa présence durant l'hiver et jusqu'au mois de mars où elle enregistre son maximum avec 03 individus. De même pour la deuxième année on note son absence durant le printemps et l'été. Cet insecte réapparaît en mois de septembre avec 01 seul individu il atteint un maximum 03 en mois de novembre 2016 (Fig.31).

IV.2.2.6.3 Courbe de vol de *Pontia daplidice*

Pontia daplidice ou piéride de réséda ce papillon suit *Pieris rapae* en trois vergers il est question de vergers oléicoles, vergers d'abricotiers et dans les cultures maraichères.

L'apparition de cet insecte dans les vergers oléicoles se manifeste d'une façon échelonnée.

Son maximum est enregistré durant la première année avec un nombre de 09 individus en mois de Mai 2015 puis il semble être absent en mois de juillet 2015.

Cette espèce se relance à maintes reprises (août-septembre) puis décembre.

Tandis qu'en deuxième année ce papillon marque son absence et affiche des effectifs moins que l'année précédente le maximum est noté en mois de d'avril 2016 avec 03 individus (Fig.32).

En vergers d'abricotiers et durant la première année, elle est présente avec un nombre appréciable d'où on note un pic assez important en saison estivale au mois de Mai avec 09 individus cependant dans la deuxième année, son vol commence en mois de Mars avec un effectif faible d'un seul individu et se manifeste de manière moindre le maximum est affiché au mois d'avril avec 03 individus et une absence totale durant la période qui suit le mois de juillet 2016 (Fig.32).

Quant au maraichage sa présence est notée en deux périodes distinctes la première allant d'avril -2015 au Juin 2015 et la deuxième ça commence du mois de janvier 2016 et ça finit en

mois de juin 2016, deux pics apparents sont observés aux mois de Mai (2015 et 2016) avec 06 individus (Fig.34).

IV.2.2.6.4 Courbe de vol de *Colias crocea*

Le souci est un papillon appartenant à la famille des piérides, il est traité dans le verger d'arbustes fruitiers, il vient après la piéride de la rave dans cette culture.

Ce papillon est observé des mois de septembre 2015 au décembre 2015 ou il enregistre son avec maximum d'individus (03), il disparaît aux autres mois.

En deuxième année il note une présence en mois de mars puis il s'absente durant 03 mois et se relance dès le mois de juillet 2016, En cette année il marque des abondances soit trop faibles, soit nulles (Fig.35).

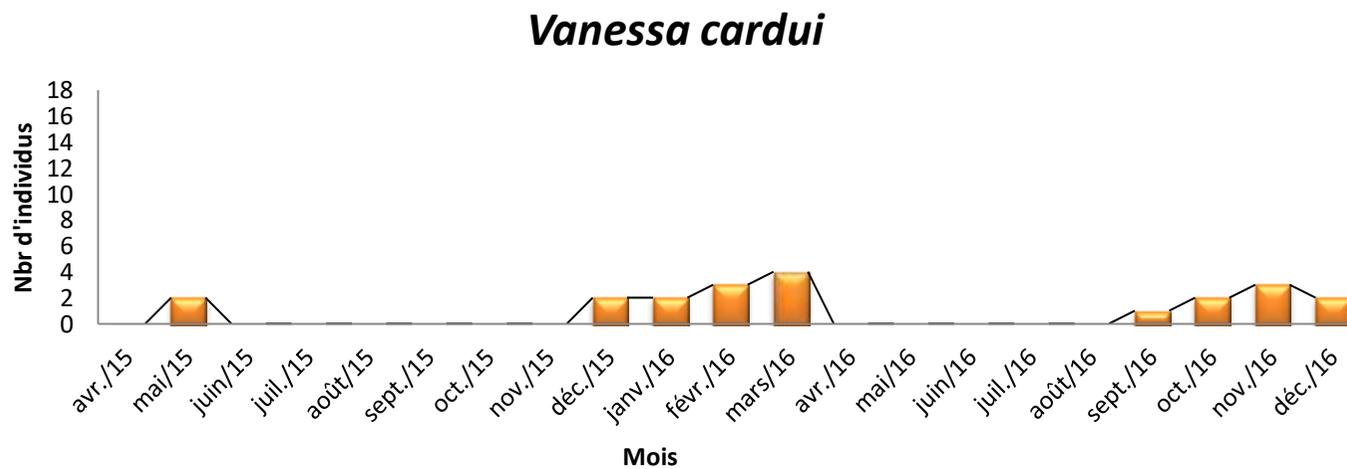
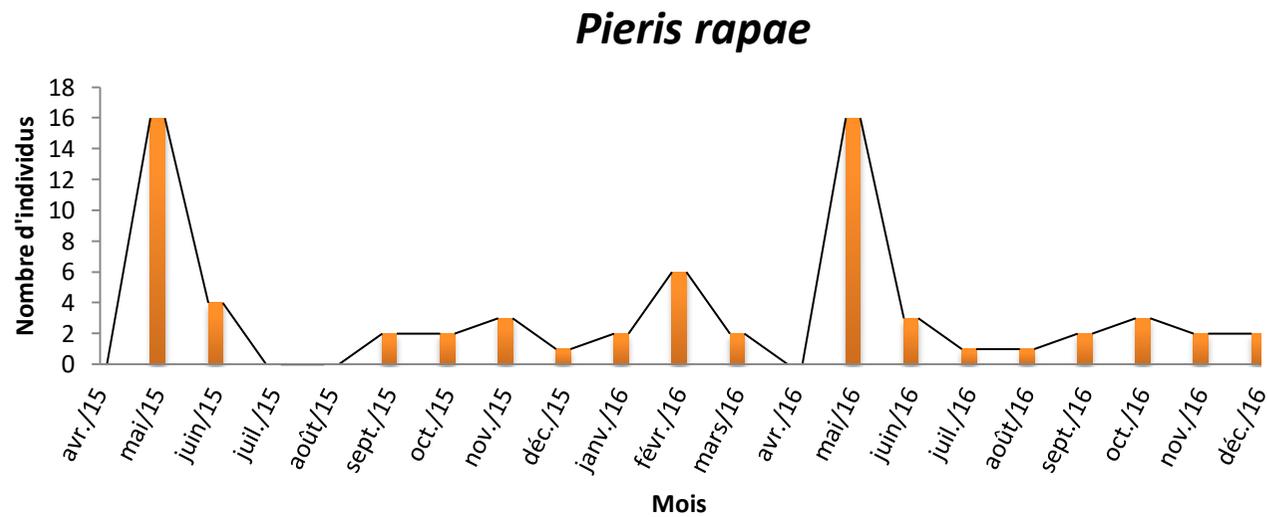


Figure 31 : Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Vanessa cardui* au niveau des cultures céréalières .

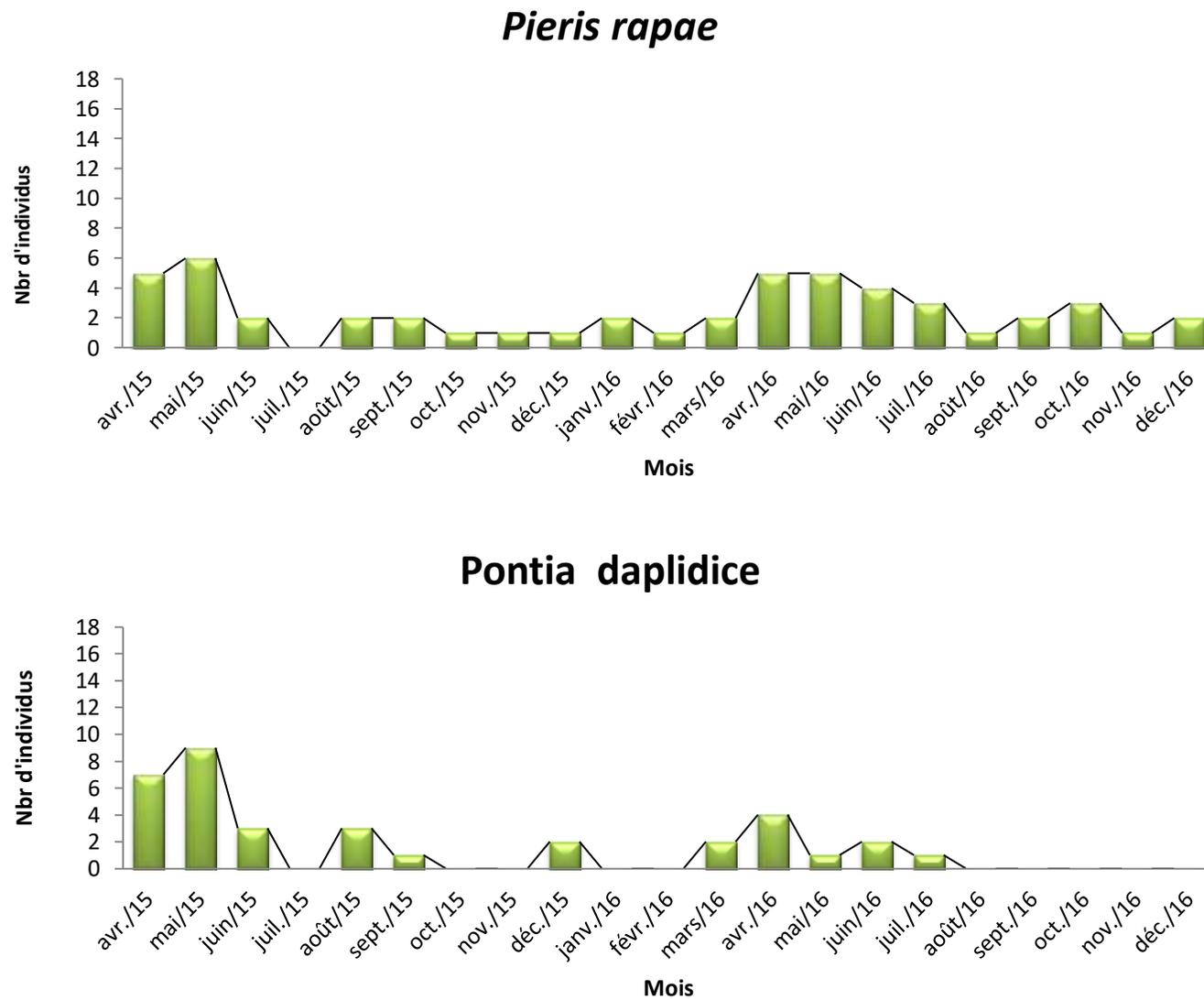


Figure 32 : Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Pontia daplidice* au niveau des vergers oléicoles.

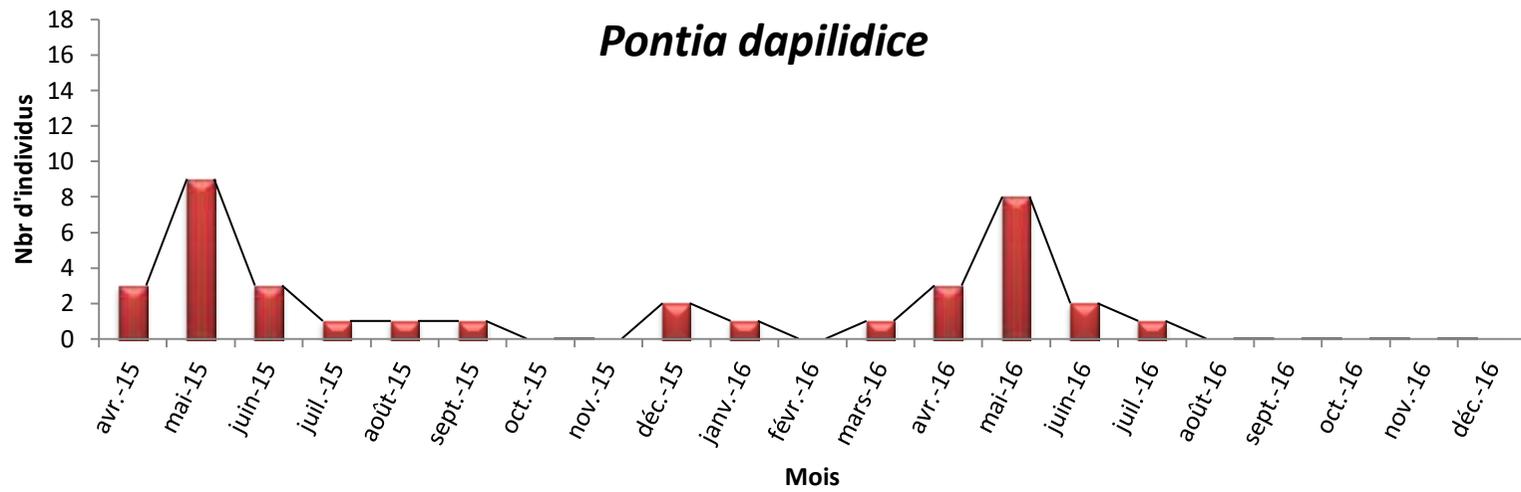
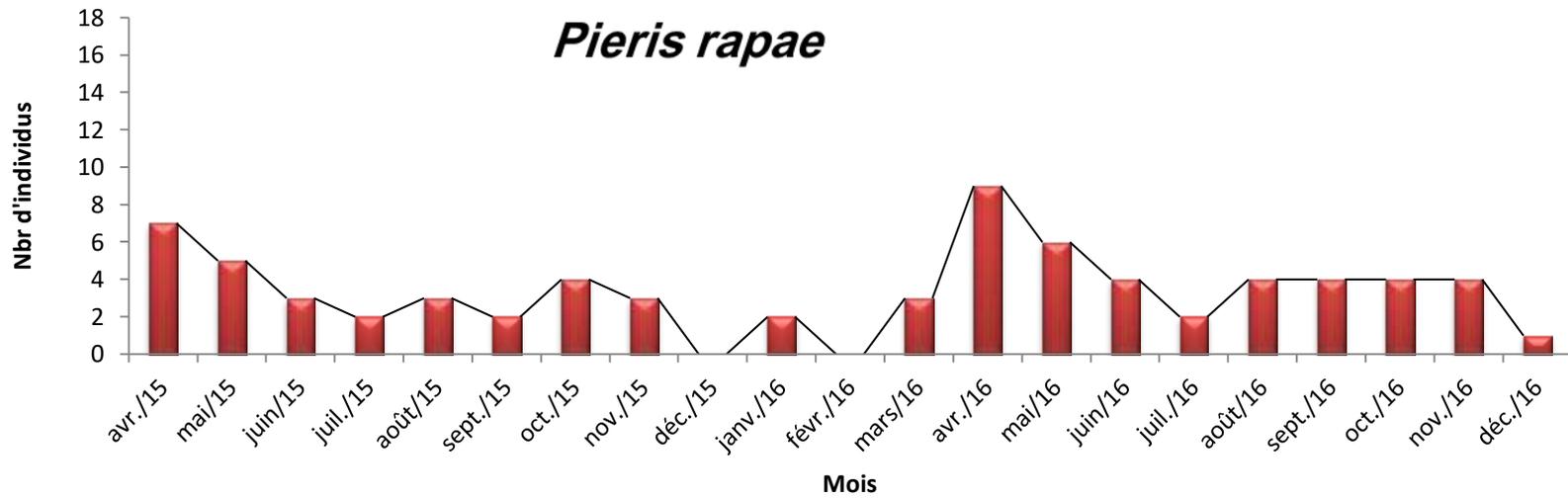


Figure 33 : Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Pontia dapilidice* au niveau des vergers d'abricotiers.

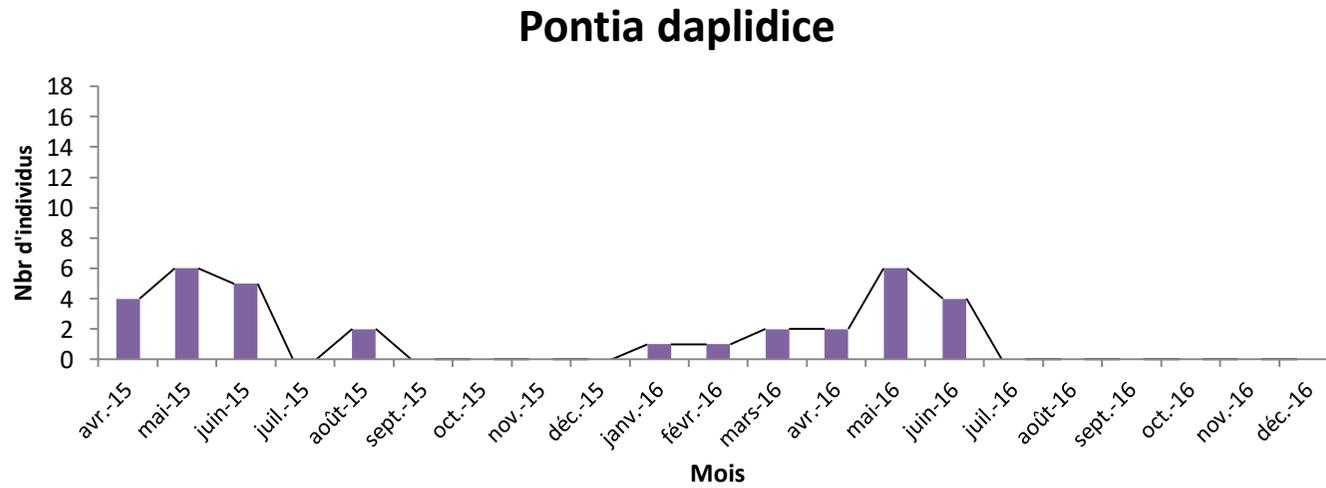
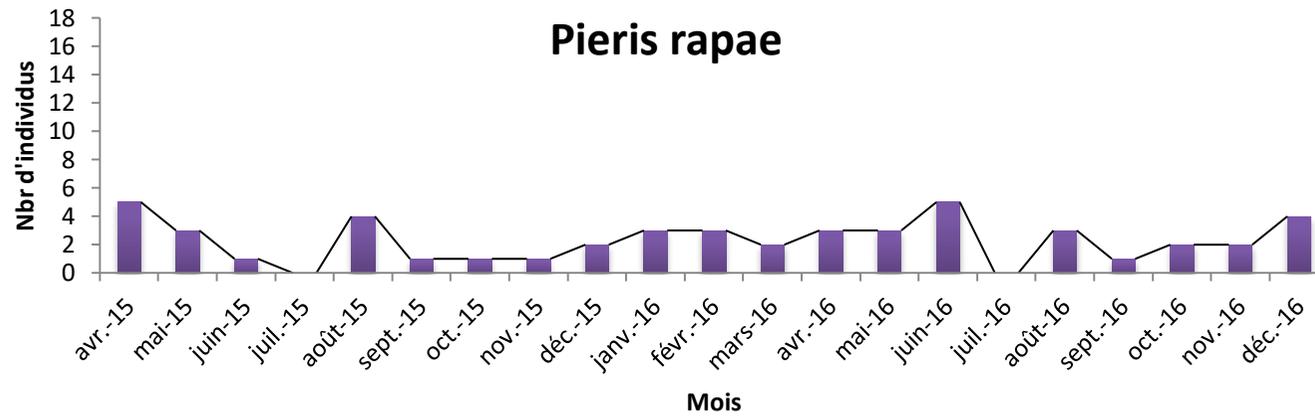


Figure 34 : Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Pontia daplidice* au niveau de cultures maraichères.

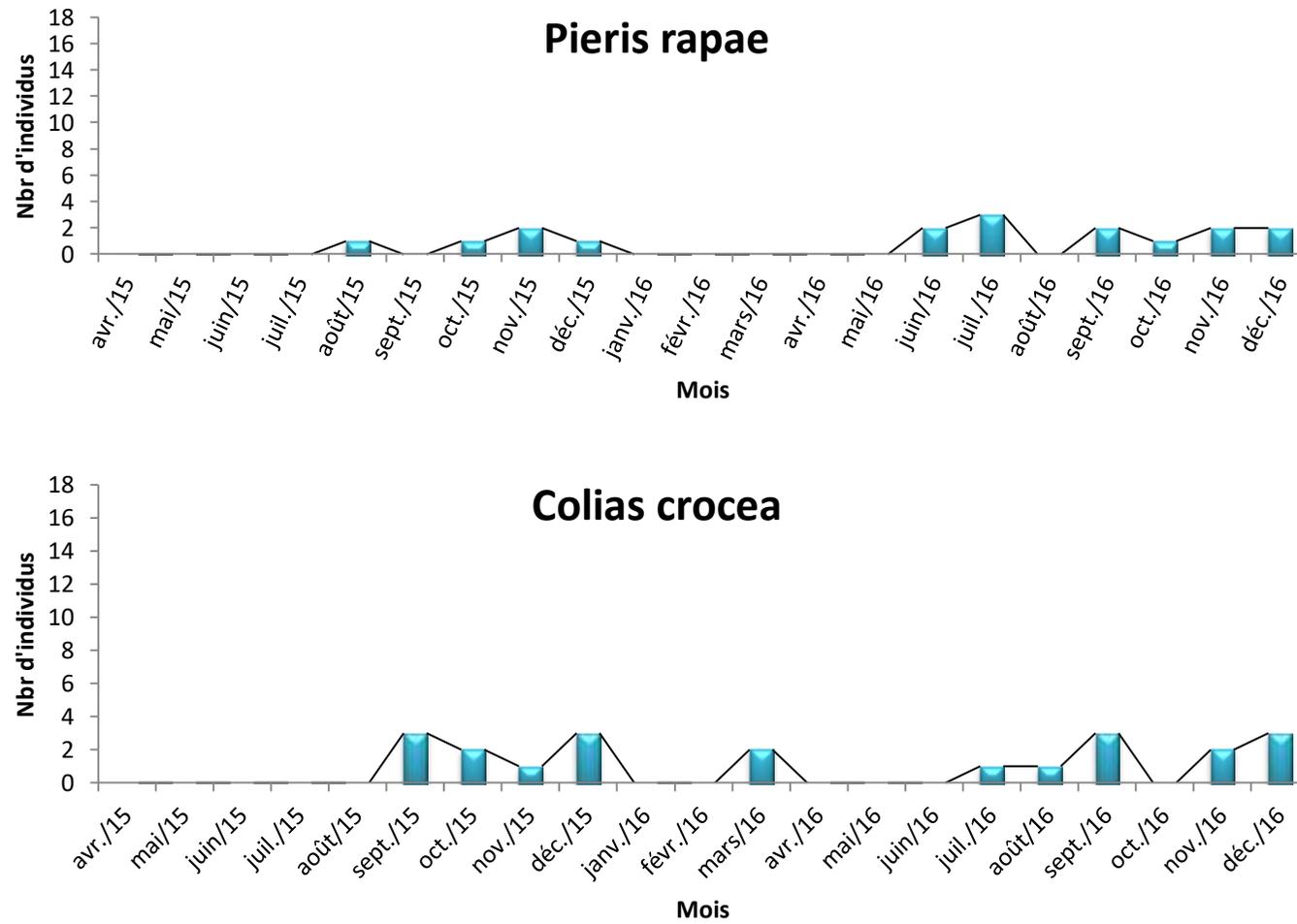


Figure 35 : Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Colias crocea* au niveau d'arboricultures fruitières.

IV.2.2.7 Assemblage spatio-temporelle des communautés de rhopalocères

Les abondances relatives des espèces de rhopalocères ont été soumises à une analyse des correspondances redressée (DCA). La matrice combinée est soumise à une analyse par la classification ascendante Hiérarchique (CAH), Basée sur la distance euclidienne. la méthode d'agrégation de Ward a été appliquée afin de structurer les peuplements en groupes sur la base de la mesure de la similitude entre les coordonnées des différentes variables.

L'analyse factorielle des correspondances redressées appliquées à la matrice faunistique des relevés des 05 parcelles étudiées (15 espèces x 210 relevés) nous indique 53.28% et 31.13 % de la contribution des informations rapportées respectivement sur les axes 1et 2.

La DCA, nous montre une discrimination de trois groupements :

Le premier groupe correspond à 20 % d'espèces recensées renferme les espèces des cultures céréalières il s'agit de : *Vanessa atalanta*, *Pyronia bathseba* et *Danaus Chrysippus* (L.).

Ces papillons sont décelés partout dans les cinq milieux agricoles.

Le deuxième groupe correspond à 20 % d'espèces recensées formé par ces espèces :

Melanargia galathea, *Euchloe belemia* et *Pieris brassicae*. Elles correspondent aux vergers d'oléicultures.

Le troisième groupe est le plus grand groupe. Il possède 60 % des espèces recensées ; il est question de *Vanessa cardui* , *Pieris rapae* , *Colias crocea*, *Euchloe charlonia* , *Pontia daplidice* , *Polyommatus icarus*, *Iphiclides feisthamelii* *Carcharodus baeticus* et *Lycaena phlaeas* (L.) .

Ce groupe correspond aux vergers arboricoles et aussi les cultures maraichères et une première DCA est réalisée et suivie par une classification hiérarchique ascendante (CAH) cette dernière est faite à partir des distances euclidiennes basées sur la méthode de « Ward permet d'identifier les 03 groupes, selon la droite de troncature choisie (Fig.36).

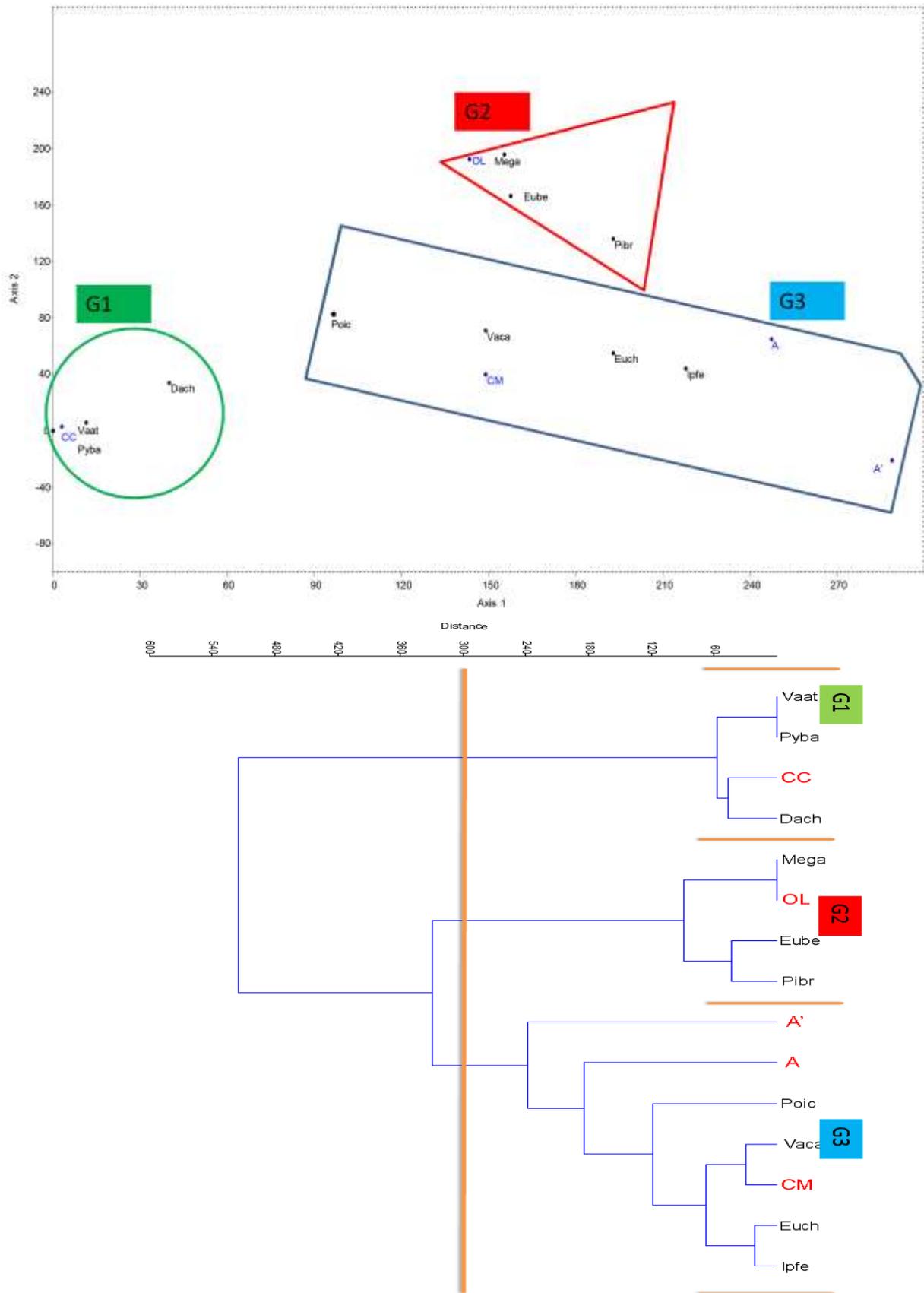


Figure 36 : Répartition et classification ascendante hiérarchique des rhopalocères dans les stations agricoles.

IV.2.2.8 Analyses en fonction d'assemblages

IV.2.2.8.1 Ordre d'arrivée des groupes

Sur la base des calculs des abondances transformées en logarithmes et les rangs des espèces, des diagrammes rangs/ fréquence sont réalisés pour les trois assemblages décrites suivant l'analyse multivariée (DCA), Ce qui nous a permis de visualiser l'homogénéité des communautés de rhopalocères dans ces groupes.

L'ordre d'arrivée de chaque groupe est illustré dans les figures 37, 38 et 39

L'arrivée des 03 espèces qui forment le premier groupe (G1) qui correspond aux céréales montre que vient en premier *Danaus Chrysippus*(L.). Suivie par *Vanessa atalanta* et en dernier avec faible abondance on trouve *Pyronia bathseba* (Fig.37).

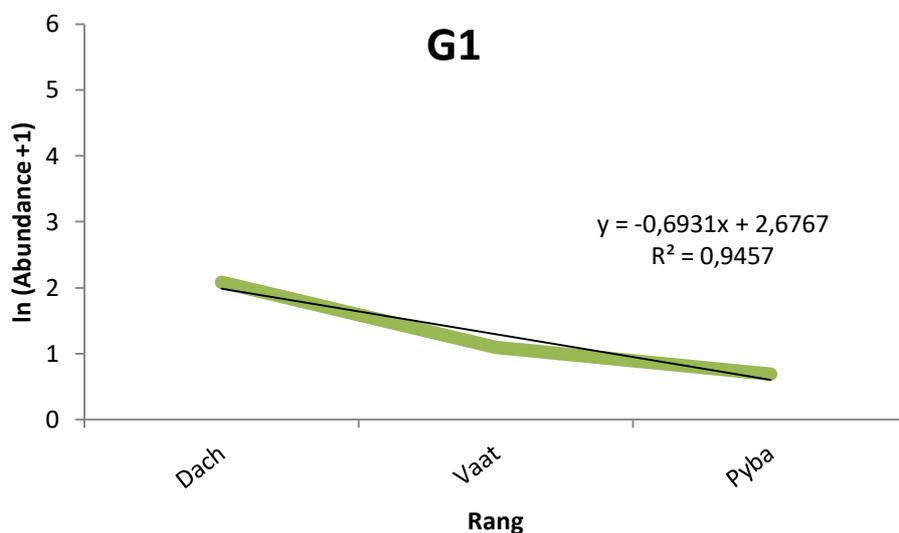


Figure 37 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le premier assemblage

Le deuxième assemblage qui représente essentiellement les vergers oléicoles est formé par 03 espèces *Pieris brassicae*, *Melanargia galathea* et *Euchloe belemia* dont cette dernière vient en première position suivi par *Pieris brassicae* et en dernier on note la présence de *Melanargia galathea* qui affiche la plus faible valeur de fréquences (Fig.38).

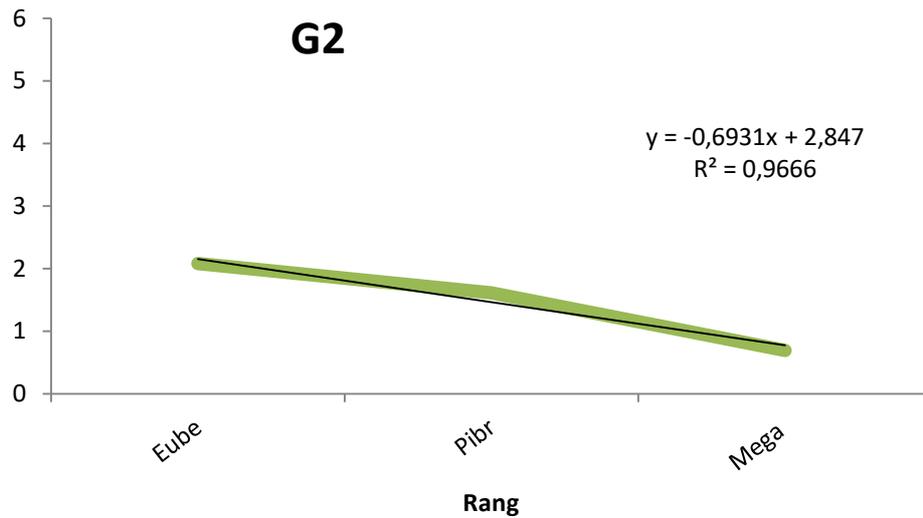


Figure 38 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le deuxième assemblage.

Le troisième groupe (G3) montre une richesse importante de 09 espèces correspondant aux vergers arboricoles et aussi les cultures maraichères *Pieris rapae*. Se classe en premier suivie par *Pontia daplidice*, *Vanessa cardui* qui ont mêmes abondances bien après arrivent *Colias crocea*, *Iphiclides feisthamelii* et *Euchloe charlonia*.

En dernier se classent *Lycaena phlaeas* (L.) et *Carcharodus baeticus* avec des faibles abondances (Fig.39).

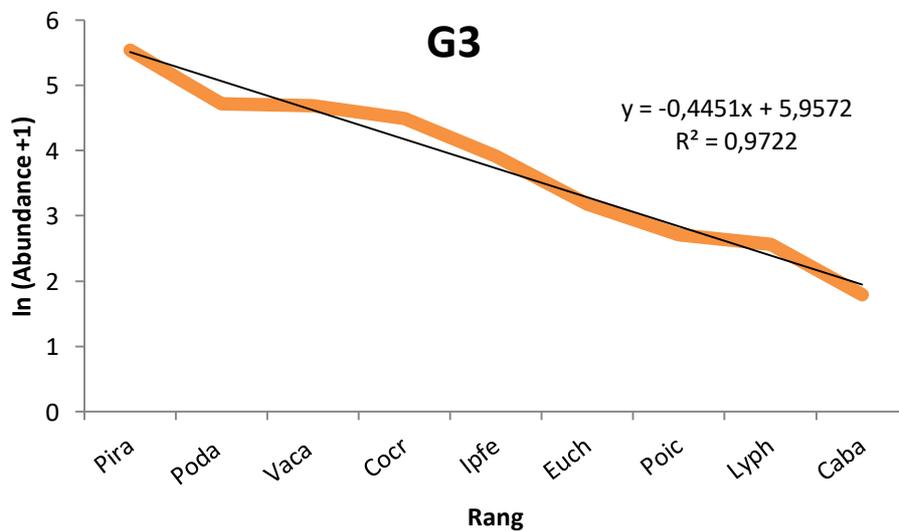


Figure 39 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans le troisième assemblage.

IV.2.2.8.2 Homogénéité de la communauté de rhopalocères dans le milieu agricole

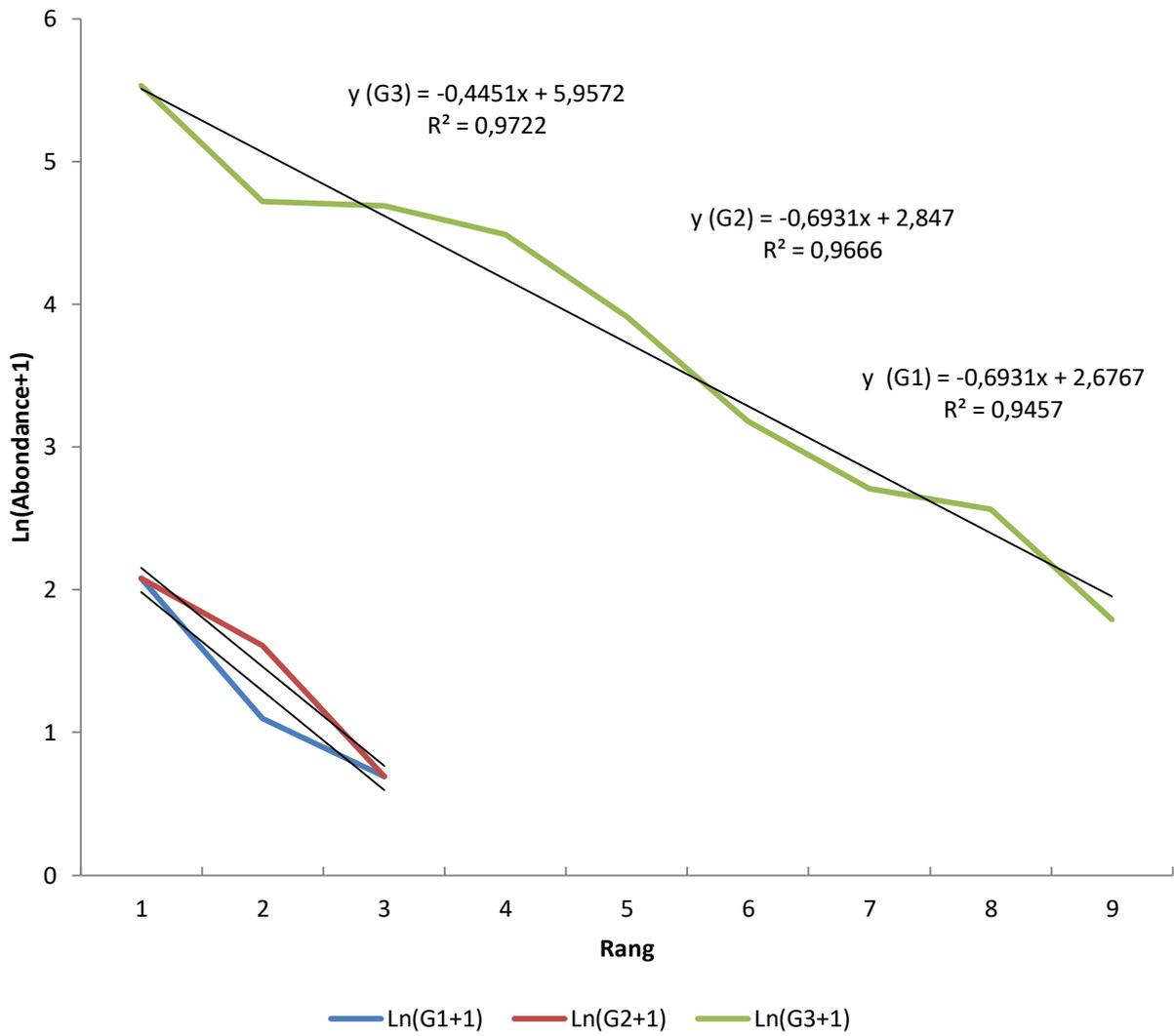


Figure 40 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons dans le milieu agricole.

A l'examen du tableau 26 on observe que les structures des 03 assemblages définis, sont bien conformes au modèle de Motomura. Ces assemblages ont des probabilités très hautement significatives entre les trois assemblages (G1/G2), (G1/G3) et (G2/G3).

Les calculs de ces probabilités ont été réalisés par le test de Barlett.

Tableau 26 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différents assemblages.

| | G1 Assemblage CC | G2 Assemblage OL | G3 Assemblage VA-VA'- CM |
|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Pente | -0,41115 | 0,44881 | -15,704 |
| Ajustement modèle Motomura | 0,14006 | 0,57102 | 0,43046 |
| G1 Assemblage CC | | | |
| G2 Assemblage OL | 5,07E-20*** | | |
| Assemblage VA-VA'-CM | 4,87E-19*** | 5,07E-20*** | |

NS: différence non-significative

* $p < 0.05$;

** $p < 0.01$;

*** $p < 0.001$

C'est au niveau de ces assemblages qu'on note une homogénéité de la structure de la communauté des rhopalocères au moment d'études les diagrammes illustré en figure 40 indiquent une bonne information sur l'uniformité de la structure des espèces de rhopalocères en milieu agricole.

IV.3 Etude du peuplement de papillons rhopalocères dans quelques milieux naturels de la région de M'sila.

IV.3.1 Inventaire de la faune rhopalocères dans le milieu naturel

L'inventaire des papillons de jours réalisé dans trois milieux naturels de la région de M'sila à savoir ; forêts, maquis et palmeraies, formations steppiques et milieu rudéral durant deux années successives d'échantillonnage, entre avril 2015 et décembre 2016, montre l'existence de 455 individus appartenant à 17 espèces et 05 familles.

Tableau 27 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux naturels (F-M-P) prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Famille | Espèces | MNF | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 |
| Nymphalidae | <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Hipparchia aristaeus</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | - | + | - | - | - | + | - | - |
| | <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Pyronia bathseba</i> (Fabricius, 1793) | - | + | - | - | - | - | - | + | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 04 | 02 | 01 | 02 | 03 | 03 | 03 | 05 | 03 | 02 |
| | TOTAL / biotope | 05 | | | | | | | | | |
| Pieridae | <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>P. brassicae</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| | <i>Colias crocea</i> (Fourcroy, 1785) | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Euchloe charlonia</i> (Donzel, 1842) | + | - | + | - | + | + | + | + | + | + |
| | <i>E.belemia</i> (Boisduval, 1832) | - | + | - | - | - | - | - | + | - | - |
| | <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 04 | 04 | 03 | 03 | 04 | 04 | 04 | 05 | 03 | 04 |
| TOTAL / biotope | 06 | | | | | | | | | | |
| Papilionidae | <i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832) | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - |
| | <i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 01 | 0 | 0 | 0 | 01 | 0 | 0 | 0 | 01 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 02 | | | | | | | | | |
| Hesperiidae | <i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg, 1804) | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 01 | | | | | | | | | |
| Lycaenidae | <i>Lycaena phlaeas</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - |
| | <i>Polyommatus P. icarus</i> (Rottemburg, 1775) | + | + | + | + | + | - | - | + | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|----|----|----|----|----|---|---|----|---|---|
| | <i>TOTAL / parcelle</i> | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 0 | 0 | 01 | 0 | 0 |
| | <i>TOTAL / biotope</i> | 02 | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 16 | | | | | | | | | |

(+) : espèce présente ; (-) espèce absente

Tableau 28 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux naturels steppiques prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Famille | Espèces | MNS | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 |
| Nymphalidae | <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + |
| | <i>Hipparchia aristaeus</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| | <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | + | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 02 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 01 | 02 |
| | TOTAL / biotope | 03 | | | | | | | | | |
| Pieridae | <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - |
| | <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | + | + | - | - | - | + | - | - |
| | <i>Colias crocea</i> (Fourcroy, 1785) | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Euchloe charlonia</i> (Donzel, 1842) | + | + | + | - | - | - | - | + | - | - |
| | <i>E.belemia</i> (Boisduval, 1832) | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 02 | 01 | 03 | 01 | 01 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 05 | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 08 | | | | | | | | | |

(+) : espèce présente ; (-) espèce absente

Tableau 29 : présence/ absence des Rhopalocères recensés aux niveaux des différents milieux rudérales prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Famille | Espèces | MNR | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 |
| Nymphalidae | <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | + | + | + | - | + | - | - | + |
| | <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| | <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) (Linnaeus, 1758) | + | - | + | + | + | - | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 02 | 0 | 02 | 02 | 02 | 0 | 01 | 0 | 01 | 01 |
| | TOTAL / biotope | 03 | | | | | | | | | |
| Pieridae | <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | + | + | + | - | - | + | - | - |
| | <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758) | + | - | + | - | - | - | - | + | - | - |
| | <i>Colias crocea</i> (Fourcroy, 1785) | - | - | - | + | + | - | - | - | - | + |
| | <i>Euchloe charlonia</i> (Donzel, 1842) | + | - | + | + | - | - | - | - | - | + |
| | TOTAL / parcelle | 02 | 0 | 03 | 03 | 02 | 0 | 0 | 02 | 0 | 02 |
| | TOTAL / biotope | 04 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| Papilionidae | <i>Iphiiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| | TOTAL / parcelle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 01 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 01 | | | | | | | | | | |
| Lycaenidae | <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775) | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | TOTAL / parcelle | 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL / biotope | 01 | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 09 | | | | | | | | | | |

(+) : espèce présente ; (-) espèce absente.

Dans trois milieux naturels prospectés 30 stations ont été inventoriées sur une période de deux années. Le milieu ouvert des forêts, maquis et palmeraies est le plus diversifié en espèces (16 espèces) et en nombre de famille (05 familles) (Tab.27).

Le milieu à formation steppique s'avère le moins riche avec la présence seulement de 45 individus appartenant à 08 espèces de deux familles Nymphalidae et Pieridae (Tab.28).

Quant au milieu rudéral les Rhopalocères sont représentés par 09 espèces appartenant à 4 familles qui sont Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae et Papilionidae (Tab.29).

IV.3.2 Exploitation des résultats par des indices écologiques.

La diversité de la rhopalofaune en milieu naturel de la région de M'sila, est appréciée à la fois par sa richesse et par sa régularité. En vue d'évaluer ces deux aspects de la biodiversité divers indices de diversité ont été utilisés tels que les indices écologiques de composition et de structure.

IV.3.2.1 Indices écologiques de composition

IV.3.2.1.1 Richesse spécifique totale (S)

Sur les 455 papillons inventoriés, on note la présence de 17 espèces cette richesse spécifique est la plus élevée dans les forêts avec 16 espèces (94.12%) le milieu rudérale signale 09 espèces soit 52.94% par contre le nombre d'espèces le plus faible est noté dans la formation steppique avec un pourcentage de 47.06% de la totalité des espèces recensées.

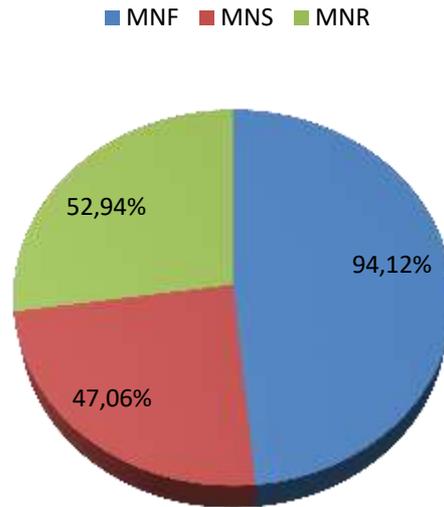


Figure 41 : Pourcentage des espèces dans les trois milieux naturels prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

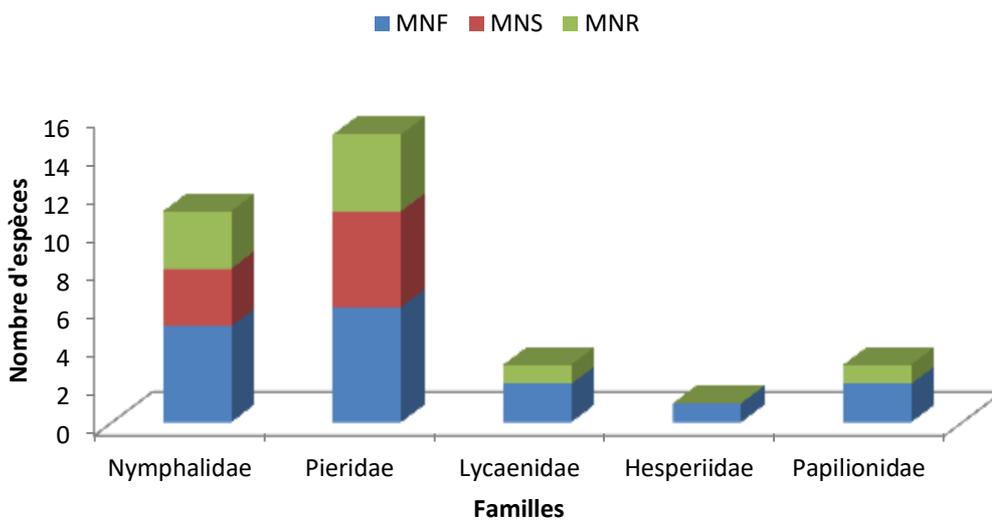


Figure 42 : Nombre d'espèces par famille dans les trois stations d'étude du milieu naturel prospecté au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.1.1 Richesse spécifique totale (S) dans le milieu naturel des forets.

Sur les 345 Papillons inventoriés au cours de deux années de récolte, 16 espèces de Rhopalocères ont été observées dans toutes les stations d'études du milieu naturel des forets maquis et palmeraie On cite: *Hipparchia aristaeus*, *Melanargia galathea*, *Danaus Chrysippus* (L.), *Pyronia bathseba* (Fabricius, 1793) *Iphiclides feisthamelii*, *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Lycaena phlaeas*, *polyommatus icarus*, *Vanessa cardui*, *Euchloe charlonia*, *E.belemia*, *Pontia*

daplidice. Par contre; 4 espèces ont été signalées uniquement dans l'une des stations, il s'agit de ; *Gegenes pumilio*, *Papilio machaon* et *Pieris brassicae*.

Ce milieu est caractérisé par une richesse spécifique importante par rapport aux autres milieux.

IV.3.2.1.1.2 Richesse spécifique totale (S) dans le milieu naturel de milieu steppique

La plus faible richesse spécifique est enregistrée dans cette station avec seulement 08 espèces appartenant à deux familles Nymphalidae 03 espèces il s'agit de *Vanessa cardui*, *Hipparchia aristaeus* et *Danaus Chrysippus* et Pieridae 05 espèces : *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Colias crocea*, *Euchloe charlonia* et *Euchloe belemia*.

IV.3.2.1.1.3 Richesse spécifique totale (S) dans le milieu naturel de milieu rudérale

Au niveau de cette station, il s'avère que le nombre des espèces n'est pas loin de celui du milieu steppique avec seulement une espèce de plus.

Les 09 espèces appartiennent à 04 familles réparties comme suit :

La famille de Nymphalidae compte 03 espèces *Vanessa cardui* , *Danaus Chrysippus*(L.) et *Pararge aegeria* qui se trouve uniquement dans ce milieu .

Les pieridaes sont représentés par 04 espèces il s'agit de : *Pieris rapae* , *Pontia daplidice* , *Colias crocea* , *Euchloe charlonia* .

Alors que les deux autres familles sont représentés respectivement par une seule espèce pour chacune qui sont *Iphiclides feisthamelii* (Papilionidae) et *Polyommatus icarus* (Lycaenidae).

IV.3.2.1.2 Abondance relative (Ad%) et Fréquence centésimale (F%) des espèces de rhopalocères en milieu naturel.

Les rhopalocères ne présentent pas la même abondance dans toute la région d'étude, il existe des stations dont l'abondance est importante d'autre dont l'abondance est moyenne à faible.

Le tableau ci-dessous montre les variations entre station en matière d'abondance relative et de fréquence centésimale des espèces recensées.

Tableau 30 : Abondance relative et fréquence centésimale des espèces de rhopalocères en milieu naturel prospectés au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| les milieux | MNF | | MNS | | MNR | |
|--------------------------------|------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | ni | F% | ni | F% | ni | F% |
| <i>Vanessa cardui</i> | 101 | 29.3 | 14 | 31.1 | 15 | 23.1 |
| <i>Melanargia galathea</i> | 27 | 7.8 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) | 18 | 5.2 | 15 | 33.3 | 5 | 7.7 |
| <i>Pararge aegeria</i> | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 2 | 3.1 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 2 | 0.6 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 7 | 2.0 | 1 | 2.2 | 0 | 0.0 |
| <i>Pieris rapae</i> | 88 | 25.5 | 5 | 11.1 | 14 | 21.5 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 34 | 9.9 | 3 | 6.7 | 6 | 9.2 |
| <i>Colias crocea</i> | 32 | 9.3 | 1 | 2.2 | 4 | 6.2 |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 15 | 4.3 | 5 | 11.1 | 16 | 24.6 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 3 | 0.9 | 1 | 2.2 | 0 | 0.0 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 2 | 0.6 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Papilio machaon</i> | 1 | 0.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 3 | 0.9 | 0 | 0.0 | 1 | 1.5 |
| <i>Gegenes pumilio</i> | 2 | 0.6 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (L.) | 5 | 1.4 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 5 | 1.4 | 0 | 0.0 | 2 | 3.1 |
| Nombre total | 345 | | 45 | | 65 | |

L'analyse des résultats montre que chaque milieu a son espèce la plus abondante et qui ne sont pas les mêmes, dans les forêts *Vanessa cardui* prend la première place avec 101 individus, alors que *Danaus Chrysippus* (L.) vient en premier rang pour le milieu steppique avec 15 individus.

Dans le milieu rudéral *Euchloe charlonia* montre une présence non négligeable avec 16 individus.

IV.3.2.1.2.1 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu forestier

Les espèces les plus fréquentes dans les formations forestières sont *Vanessa cardui* (29.3%) et *Pieris rapae* (25.5%) ce qui représente plus de la moitié des fréquences des espèces recensées. Elles sont suivies de loin par *Pontia daplidice* (9.9%) et *Colias crocea* (9.3%).

Les espèces restantes sont représentées par des fréquences plus ou moins faibles (Fig.43).

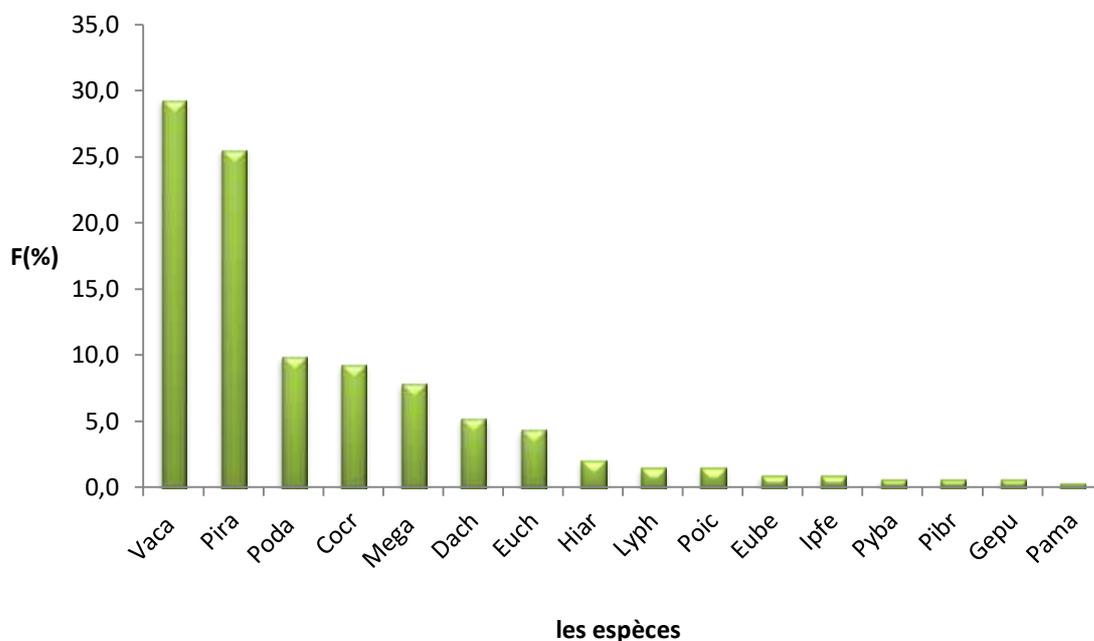


Figure 43 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu forestière au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.1.2.2 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu steppique

Dans la station steppique les espèces les plus fréquentes par ordre décroissant de leurs fréquences centésimales sont *Danaus Chrysippus* (L.) (33.3%), *Vanessa cardui* (31.3%) suivie par *Pieris rapae* et *Euchloe charlonia* avec des valeurs identiques de fréquence centésimale (11.1%) ensuite on trouve *Pontia daplidice* (6.7%).

Le reste des espèces sont moins fréquentes et présentent des valeurs égales de (2.2%). Il est question de *Hipparchia aristaeus*, *Colias crocea* et *Euchloe belemia*.

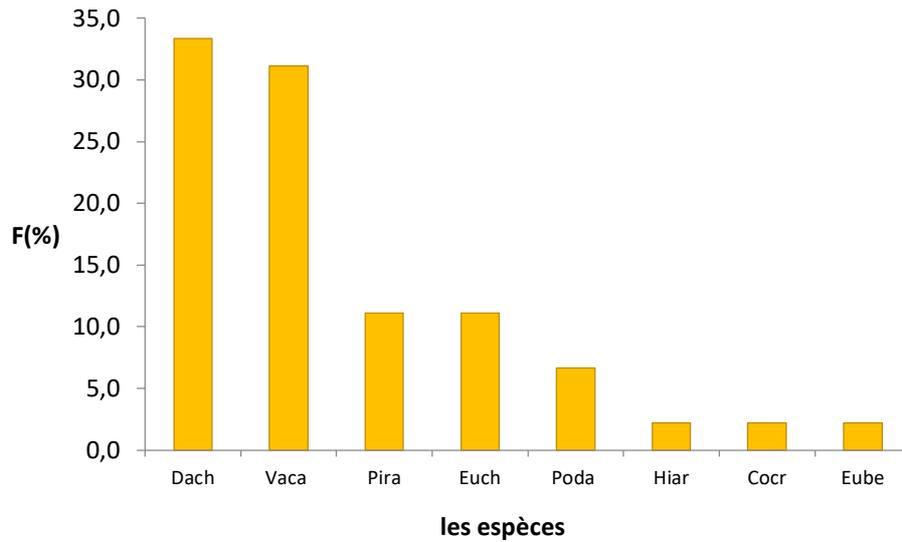


Figure 44 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu steppique au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.1.2.3 Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu rudéral

En ce qui concerne le milieu rudéral les taux de présence les plus marqués sont *Euchloe charlonia* (24.6%), *Vanessa cardui* (23.1%) et *Pieris rapae* (21.5%). Ces espèces sont suivies par *Pontia daplidice* (9.2%), *Danaus Chrysippus (L.)* et *Colias crocea* affichent des fréquences respectives de (7.7%) et (6.2%). cependant les trois autres espèces semblent s’adapter difficilement au milieu leurs fréquences varient entre 1.25% et 3.1 %.

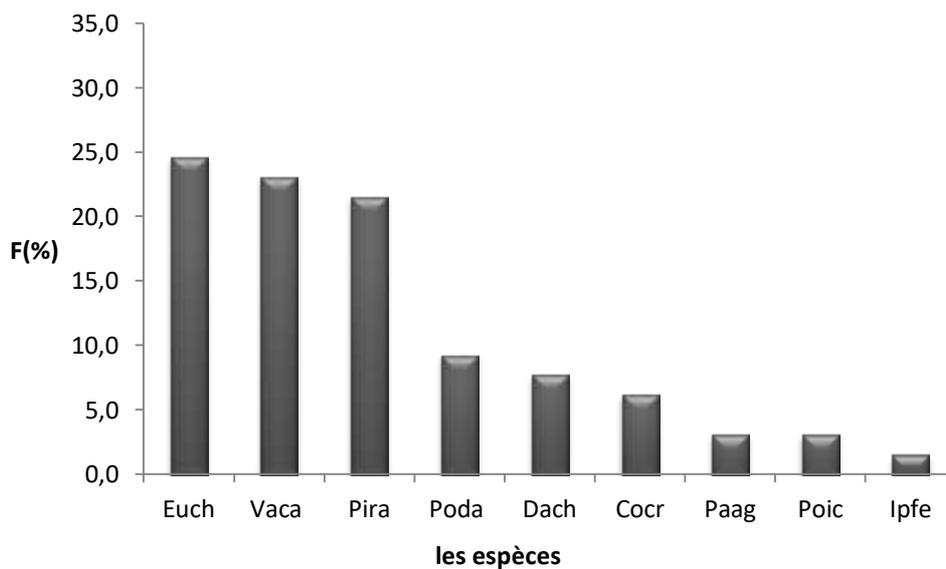


Figure 45 : Fréquence centésimale (F%) des papillons de jours dans le milieu rudéral au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.1.3 Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu naturel

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des Rhopalocères dans le milieu naturel durant les deux années d'étude sont regroupées dans le tableau 31.

Tableau 31 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu naturel au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|-------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 95 | 33.22 | Accessoire |
| <i>Melanargia galathea</i> | 23 | 8.04 | Accidentelle |
| <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) | 14 | 4.90 | Rare |
| <i>Pararge aegeria</i> | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 5 | 1.75 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 59 | 20.63 | Accidentelle |
| <i>Pontia daplidice</i> | 33 | 11.54 | Accidentelle |
| <i>Colias crocea</i> | 19 | 6.64 | Accidentelle |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 25 | 8.74 | Accidentelle |
| <i>Euchloe belemia</i> | 2 | 0.70 | Rare |
| <i>Pieris brassicae</i> | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Papilio machaon</i> | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 2 | 0.70 | Rare |
| <i>Gegenes pumilio</i> | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (L.) | 1 | 0.35 | Rare |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 3 | 1.05 | Rare |

Les espèces de la communauté globale collectée durant notre étude, indiquent 03 différentes catégories de constance. Nous avons enregistré une dominance de la catégorie d'espèces rares dans toutes les stations échantillonnées (11 espèces). La catégorie des espèces accidentelles vient en deuxième position avec 05 espèces. Par contre la classe de constance accessoire est représentée par une seule espèce il s'agit de *Vanessa cardui*.

IV.3.2.1.4 Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces de rhopalocères en milieu forestier

Ce milieu abrite 16 espèces dont la catégorie d'espèces rares semble être bien représentée des fréquences d'occurrence de 11 espèces.

04 espèces seulement ont été rapportées dans la catégorie des espèces accidentelles il s'agit de *Melanargia galathea*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice* et *Colias crocea*. Par contre se distingue par la valeur la plus grande de fréquence d'occurrence (33.4%) dont fait partie à la catégorie des espèces accessoires (Tab.32).

Tableau 32 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu forestier au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|------|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 68 | 32.4 | Accessoire |
| <i>Melanargia galathea</i> | 23 | 11.0 | Accidentelle |
| <i>Danaus Chrysippus(L,)</i> | 7 | 3.3 | Rare |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 4 | 1.9 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 46 | 21.9 | Accidentelle |
| <i>Pontia daplidice</i> | 27 | 12.9 | Accidentelle |
| <i>Colias crocea</i> | 17 | 8.1 | Accidentelle |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 8 | 3.8 | Rare |
| <i>Euchloe belemia</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Pieris brassicae</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Papilio machaon</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Gegenes pumilio</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Lycaena phlaeas (L,)</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 2 | 1.0 | Rare |

IV.3.2.1.5 Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces de rhopalocères en milieu steppique

En milieu steppique le nombre des espèces rares est de l'ordre de 07. Par ailleurs *Vanessa cardui* est toujours signalée comme espèce accidentelle.

Tableau 33 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu steppique au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|-------------------------------|----|-----|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 12 | 5.7 | Accidentelle |
| <i>Danaus Chrysippus(L,)</i> | 6 | 2.9 | Rare |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 6 | 2.9 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 3 | 1.4 | Rare |
| <i>Colias crocea</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 5 | 2.4 | Rare |
| <i>Euchloe belemia</i> | 1 | 0.5 | Rare |

IV.3.2.1.6 Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces de rhopalocères en milieu rudérale

La catégorie des espèces accidentelles a été signalée dans le milieu rudéral par 02 espèces il est question de *Vanessa cardui* et *Euchloe charlonia* cependant 07 espèces font partie de la catégorie des espèces rares.

Tableau 34 : Fréquence d'occurrence (C %) des espèces de rhopalocères en milieu rudérale au niveau de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | Na | FO% | Catégorie |
|--------------------------------|----|-----|--------------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 15 | 7.1 | Accidentelle |
| <i>Danaus Chrysippus(L,)</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Pararge aegeria</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Pieris rapae</i> | 7 | 3.3 | Rare |
| <i>Pontia daplidice</i> | 3 | 1.4 | Rare |
| <i>Colias crocea</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 12 | 5.7 | Accidentelle |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 1 | 0.5 | Rare |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 1 | 0.5 | Rare |

IV.3.2.2 Indices écologique de structure

La richesse et la régularité de la diversité des peuplements de rhopalocères en milieu naturel sont évalués par de divers indices de diversité.

Les valeurs des indices de Shannon- Weaver et de l'équirépartition des espèces de rhopalocères capturées sont portées dans le tableau 35.

Tableau 35 : Variations des paramètres de la diversité appliqués aux individus rhopalocères dans le milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| paramètres | MNF | MNS | MNR |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| S | 16 | 8 | 9 |
| N | 345 | 45 | 65 |
| H'(bits) | 0,421 | 0,448 | 0,505 |
| H_{max} (bits) | 4,000 | 3,000 | 3,170 |
| E | 0,105 | 0,149 | 0,159 |
| D | 0,819 | 0,762 | 0,819 |
| HILL | 0,128 | 0,196 | 0,194 |

MNF : milieu naturel forest, MNS : milieu naturel steppique , MNR : milieu naturel rudérale ; S : richesse totale ; N : nombre d'individus ; H' : indice de diversité de shaonnon-waever exprimé en binary digit (bit) ; H_{max} : diversité maximale exprimé en binary digit (bit) ;E : équirépartition ; D : indice de diversité de simpson .
Hill : indice de hill.

IV.3.2.2.1 Indice de diversité de Shannon-Waever des papillons de jour en milieu naturel

Au niveau des trois stations du milieu naturel, les indices de diversité de shannon-Waever affichées, fluctuent entre 0,421 et 0,505 bits. Pour le milieu steppique et forestier, nous avons noté une valeur semblable de 0,4 bits. Alors la valeur la plus haut est signalée dans le rudéral avec 0,505 bits (Tab.35).

IV.3.2.2.2 Indice de diversité maximale des papillons de jour en milieu naturel

Pendant deux années d'échantillonnage, nous notons que la diversité maximale ne dépasse pas pour l'ensemble des stations la valeur de 4. La diversité maximale la plus élevée est notée dans le milieu forestier avec 4,00, suivie par celle observée dans le rudérale avec 3,17. Quant au milieu steppique, il affiche la valeur la plus faible avec 3.00 bits (Tab.35).

IV.3.2.2.3 Indice d'équirépartition de PIELOU des papillons de jour en milieu naturel

L'équitabilité est quasi identique au niveau des différentes stations, sa valeur est presque 0.1. Cette valeur se tend vers le zéro qui traduit une mauvaise équi-répartiton des individus donc les effectifs des différentes espèces de Papillons présentes ont tendances à ne pas être en équilibre entre eux (Tab. 35).

IV.3.2.2.4 Indice de diversité de Simpson des papillons de jour en milieu naturel

Durant notre suivi des rhopalocères, L'indice de Simpson (D) est assez proche dans les différentes stations. Les deux milieux forestier et rudérale présentent la même valeur qui est de l'ordre de 0,819 alors que le milieu steppique affiche une valeur plus ou moins faible (D = 0.762) (Tab. 35).

IV.3.2.2.5 Indice de Hill des papillons de jour en milieu naturel

Les valeurs enregistrées pour cet indice est de l'ordre croissant de 0.128, 0.194 et 0.196 respectivement pour les milieux forets, rudérale et steppe, ces valeurs sont plus ou moins modérées elles se tendent vers zéro, ce qui explique une diversité considérable (Tab.35).

IV.3.2.3 Similitude du peuplement

Le calcul de cet indice indique des valeurs proches respectives entre le couple foret/ rudérale et entre forets/steppe avec 66.4% et 66.67 %. Le couple steppe/rudérale enregistre la plus forte valeur avec 70.58 % (Tab.36).

Tableau 36 : Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux papillons de jour dans le milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| | MNF | MNS | MNR |
|-----|---------|---------|-------|
| MNF | 100 % | | |
| MNS | 66.67 % | 100 % | |
| MNR | 64 % | 70.58 % | 100 % |

IV.3.2.4 Amplitude d'habitat des rhopalocères et préférendum écologique

Les résultats de l'inventaire des espèces de Papillons de jour dans trois stations du milieu naturel durant deux années d'études, soit un effectif de 455 individus appartenant à 17 espèces.

L'analyse structurelle est réalisée une fois l'inventaire des espèces achevé à partir du nombre des individus il est possible de calculer l'amplitude d'habitat (AH) le barycentre g des abondances d'espèces de Papillons définissant ainsi les 3 classes suivant les valeurs de g

Le tableau 37 nous renseigne sur les valeurs des paramètres g et AH

Le barycentre g3 indique la place des espèces dans les différentes stations. L'amplitude d'habitat AH3 mesure la largeur de leur niche écologique pour le facteur toit de la formation.

Tableau 37 : abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces rhopalocères dans le milieu naturel naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| Espèces | MNF | MNS | MNR | g | AH |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| <i>Vanessa cardui</i> | 101 | 14 | 15 | 1.338 | 1.984 |
| <i>Melanargia galathea</i> | 27 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Danaus Chrysippus</i> (L.) | 18 | 15 | 5 | 1.658 | 2.685 |
| <i>Pararge aegeria</i> | 0 | 0 | 2 | 3.000 | 1.000 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 2 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 7 | 1 | 0 | 1.125 | 1.458 |
| <i>Pieris rapae</i> | 88 | 5 | 14 | 1.308 | 1.768 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 34 | 3 | 6 | 1.349 | 1.908 |
| <i>Colias crocea</i> | 32 | 1 | 4 | 1.243 | 1.590 |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 15 | 5 | 16 | 2.028 | 2.717 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 3 | 1 | 0 | 1.250 | 1.755 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 2 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Papilio machaon</i> | 1 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 3 | 0 | 1 | 1.500 | 1.755 |
| <i>Gegenes pumilio</i> | 2 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (L.) | 5 | 0 | 0 | 1.000 | 1.000 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 5 | 0 | 2 | 1.571 | 1.819 |

L'examen du tableau 37 nous permet de désigner trois catégories d'espèces.

Afin de désigner les espèces de Papillons de jour selon leur affinité pour une station considérée, nous avons déterminé des classes au moyen des valeurs suivantes de g : 1 ; 1,5 ; 2 et 3. Ces classes sont signalées dans le tableau suivant 38.

Tableau 38 : classification des espèces de rhopalocères au moyen des valeurs de barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

| | g | AH |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| Espèces préférant le milieu naturel des forêts ($1 \leq g < 1.5$) | | |
| <i>Melanargia galathea</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Pyronia bathseba</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Pieris brassicae</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Papilio machaon</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Gegenes pumilio</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Lycaena phlaeas (L.)</i> | 1,00 | 1,000 |
| <i>Hipparchia aristaeus</i> | 1,13 | 1,458 |
| <i>Colias crocea</i> | 1,24 | 1,590 |
| <i>Euchloe belemia</i> | 1,25 | 1,755 |
| <i>Pieris rapae</i> | 1,31 | 1,768 |
| <i>Vanessa cardui</i> | 1,34 | 1,984 |
| <i>Pontia daplidice</i> | 1,35 | 1,908 |
| <i>Iphiclides feisthamelii</i> | 1,50 | 1,755 |
| <i>Polyommatus icarus</i> | 1,57 | 1,819 |
| <i>Danaus Chrysippus(L.)</i> | 1,66 | 2,685 |
| Espèces préférant le milieu naturel steppique ($2 \leq g < 3$) | | |
| <i>Euchloe charlonia</i> | 2,03 | 2,717 |
| Espèces préférant le milieu naturel rudéral ($g \leq 3$) | | |
| <i>Pararge aegeria</i> | 03 | 01 |

D'après le tableau 38, nous constatons que chaque station du milieu naturel échantillonnée regroupe des espèces préférentielles. Néanmoins, sur les 15 espèces prises en considération la majorité caractérise les forêts le barycentre moyen pour les 15 espèces les plus dominantes est de 1,239.

Aucune espèce n'est répandue dans les trois stations de manière égale (AH=3), l'amplitude d'habitat moyenne pour les 15 espèces les plus communes est de 1,515. Les valeurs d'AH les plus élevées concernent les espèces *Danaus Chrysippus* (L.) et *Euchloe charlonia*, seules ces deux espèces ont une amplitude d'habitat élevée s'approchant de 3

Les milieux steppiques et rudéraux, renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que les forêts disposent des espèces plus ou moins « généralistes ».

IV.3.2.5 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu naturel

Dans le souci d'obtenir des informations sur la distribution des espèces de papillons dans le milieu naturel. Des diagrammes rang/fréquence ont été réalisés les espèces sont classées par ordre d'abondances décroissantes puis l'ensemble est représenté sur un graphique bidimensionnel ou le rang de l'espèce dans cette classe est porté en abscisses et son abondance relative en ordonnées .

IV.3.2.5.1 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu naturel

Au niveau de forêts, l'espèce *Vanessa cardui* arrive en premier suivie par *Pieris rapae* les autres espèces arrivent d'une façon échelonnée dont elles forment trois groupes distincts.

Le deuxième groupe est composé essentiellement par *Pontia daplidice*, *Melanargia galathea* *Colias crocea*, *Danaus Chrysippus* (L.) et *Euchloe charlonia* .ensuite le troisième groupe qui est composé par ; *Hipparchia aristaeus* *Lycaena phlaeas* (L.), *Polyommatus icarus*, *Euchloe belemia* *Iphiclides feisthamelii* et *Pyronia bathseba*.

En dernier lieu vient le quatrième groupe qui renferme pratiquement les espèces positionnées dans la catégorie de constance rare ; *Pieris brassicae*, *Gegenes pumilio* et *Papilio machaon*.

(Fig. 46).

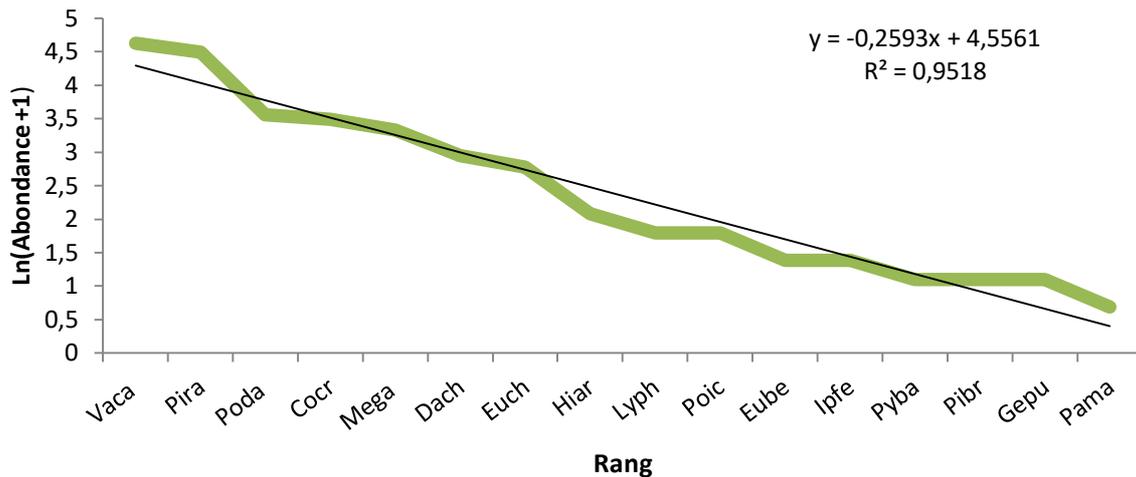


Figure 46 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu forestier de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.5.2 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu steppique

L'ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu steppique est illustré en figure 47.

Ce milieu renferme seulement 08 espèces. *Danaus Chrysippus (L.)* arrive une fois en 1^{er} lieu, elle est suivie par *Vanessa cardui* ce premier groupe s'éloigne de deuxième groupe qui marqué par *Pieris rapae*, *Euchloe charlonia* et *Pontia daplidice*.

Pour le troisième groupe on note la présence de 03 espèces qui appariassent sur la même ligne il s'agit *Hipparchia aristaeus* et *Colias crocea* et *Euchloe belemia*. Ces dernières sont pratiquement positionnées dans la catégorie des espèces rares.

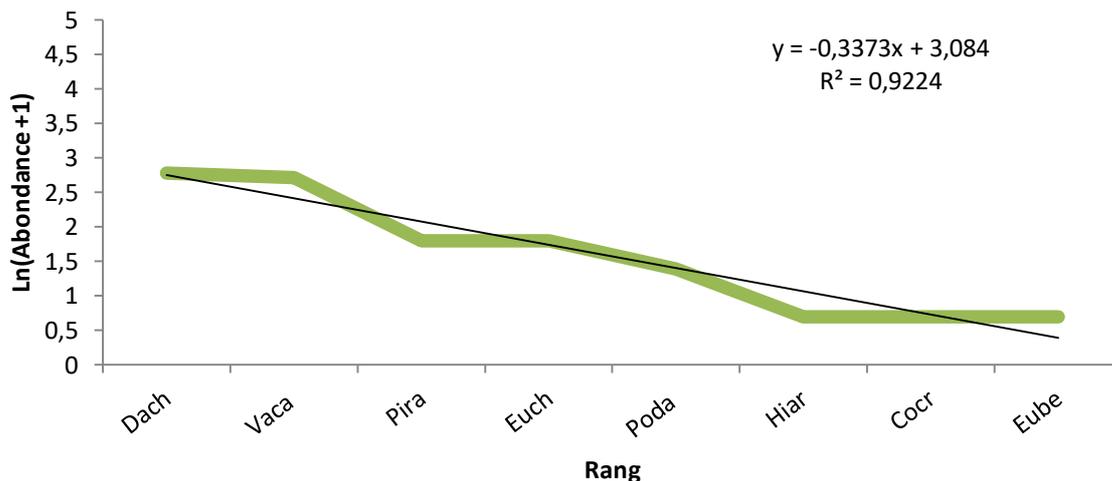


Figure 47 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu steppique de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.5.3 Ordre d'arrivée des papillons de jour dans le milieu rudéral

Dans le milieu rudéral, La courbe tracée par 09 espèces vient en tête de position l'espèce *Euchloe charlonia*, ensuite les autres espèces arrivent en disposition homogène et uniforme Par ordre d'arrivée s'installent ces espèces ; *Vanessa cardui*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice* *Danaus Chrysippus* (L.), *Colias crocea*.les deux espèces ; *Polyommatus icarus*, *Pararge aegeria* arrivent au même moment et comme dernière espèce arrive *Iphiclides feisthamelii* (Fig.48).

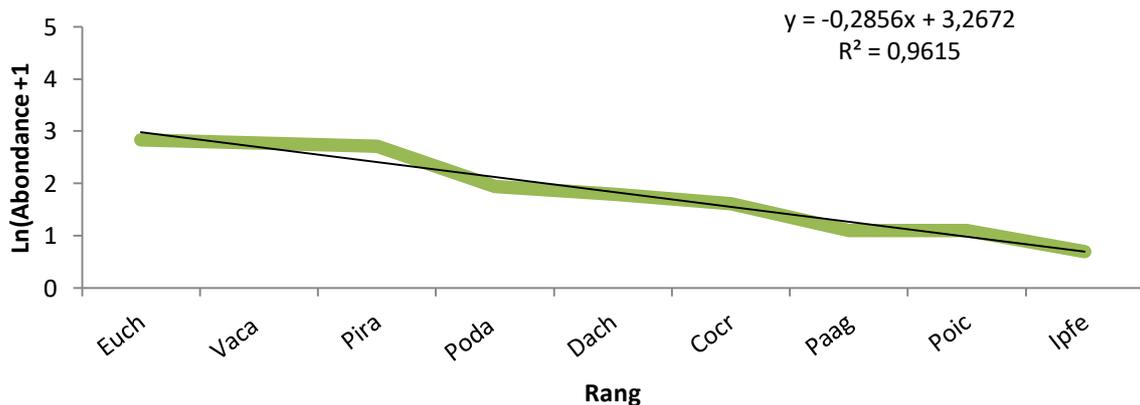


Figure 48 : Ordre d'arrivée des espèces de papillons de jours dans le milieu rudéral de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

L'ordre d'arrive des espèces dans les trois stations du milieu naturel est illustré dans la figure 49, on note que la courbe relative au milieu forestier est nettement supérieure au deux autres milieu naturel qui sont proche avec une légère supériorité de celle du milieu rudéral, d'une façon globale on note que l'arrivée des espèces de rhopalocères est variable d'une station a une autre. Cette représentation nous a permis d'une visualisation simple et directe de la répartition des taxons partant des plus abondants vers les plus rares.

Les similarités sont ensuite analysées par la comparaison des pentes de courbes des échantillons séparés spatialement et temporellement grâce au modèle Motomura.

D'après le tableau 39, mise à part le couple (Milieu steppique/ rudéral) qui présent une différence non significative L'ajustement des pentes dans les différentes du milieu naturel au Model naturel de Motomura montre la présence de probabilités qui sont très hautement significatives, pour certaines pentes (Tab.39) ceci signifie que la rhopalofaune rencontrée ne présente pas de perturbation dans ces stations et qui évoque ainsi ; la stabilité des Papillons et le timing de l'arrivée des espèces au niveau du milieu naturel.

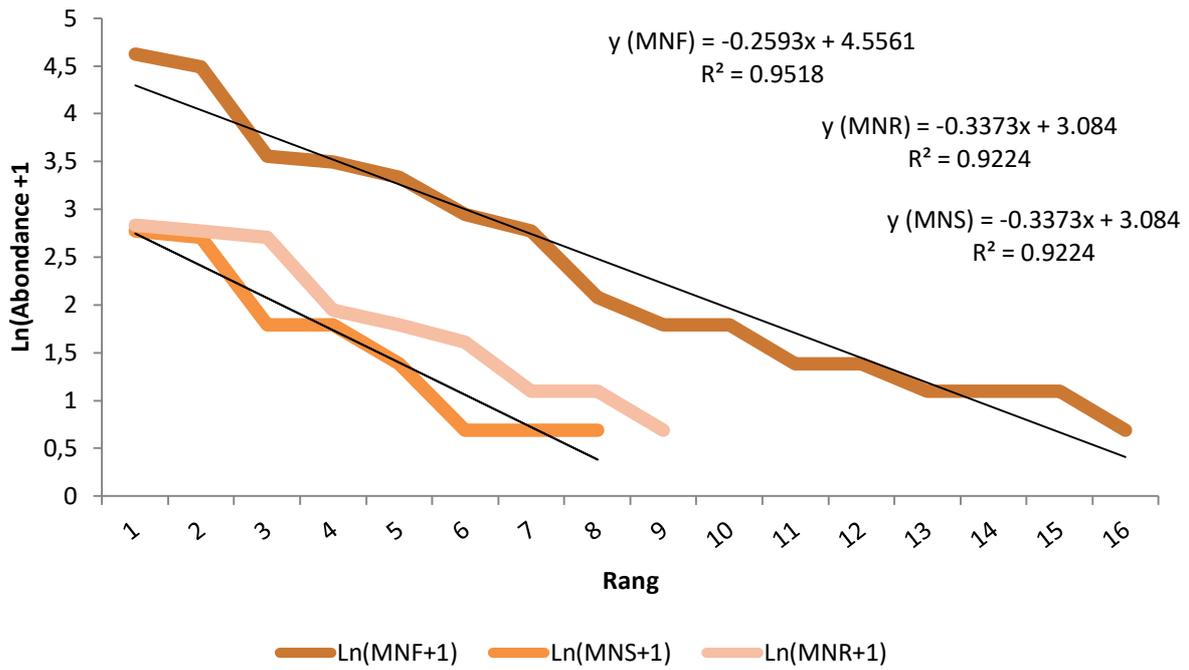


Figure 49 : Ordre d’arrivée écologique globale des espèces de papillons de jours en milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

Tableau 39: Ajustement au modèle de Motomura Dans les différentes stations du milieu naturel

| | MnF | MnS | MnR |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Pente | -5.968 | -0.94439 | -1.1229 |
| Ajustement modèle Motomura | 0.042227 | 0.02288 | 0.17815 |
| MnF | | | |
| MnS | 5.09×10^{-04}*** | | |
| MnR | 2.79×10^{-03}*** | 0.57008^{NS} | |

NS: différence non-significative

* $p < 0.05$;

** $p < 0.01$;

*** $p < 0.001$

IV.3.2.6 Courbe de vol des papillons de jour dans le milieu naturel

Nous avons choisi une seule espèce de papillons pour chaque station d’étude du milieu naturel sur la base de leurs ordres d’arrivées écologiques et leurs barycentres g.

IV.3.2.6.1 Courbe de vol de *vanessa cardui*

Durant les deux années d'étude, La Belle-Dame *vanessa cardui*, est observé au niveau de toutes les stations du milieu naturel dans la région de M'sila. Elle est aperçue pendant toute l'année, sauf en mois de juillet. *Vanessa cardui* marque son maximum de vol en octobre avec 11 individus en 2015 et 13 individus en 2016.

Cette espèce a été classée tant qu'espèce accessoire dans le milieu forestier, la courbe de vol tracée dans la figure 50, montre 02 grands pics, le 1^{er} est noté au mois d'octobre 2015 avec 11 individus, le 2^{ème} en octobre 2016 avec 13 individus. Elle est l'espèce la plus abondante dans ce milieu.

IV.3.2.6.2 Courbe de vol de *Danaus Chrysippus*(L.)

Danaus Chrysippus (L.) Est l'espèce la plus abondante dans Le milieu steppique sa présence est indiquée deux fois durant l'année de récolte la 1^{ère} est remarquée en hiver 2015 avec Des abondances plus ou moins faibles entre 2 et 4 individus. or que la seconde a été notée en hiver 2016 avec un maximum de vol de 04 individus.

IV.3.2.6.3 Courbe de vol d'*Euchloe charlonia*

Euchloe charlonia paraît être le papillon le plus abondance dans le rudérale dont sa période de vol est courte d'avril au juin.

La courbe de vol indiquée en figure, nous montre que l'effectif maximal de cette espèce est noté aux mois d'avril 2016 avec 10 individus. Au milieu rudéral elle est classée dans la catégorie des espèces accidentelles contrairement aux deux premiers milieux dont elles classée parmi les espèces rares.

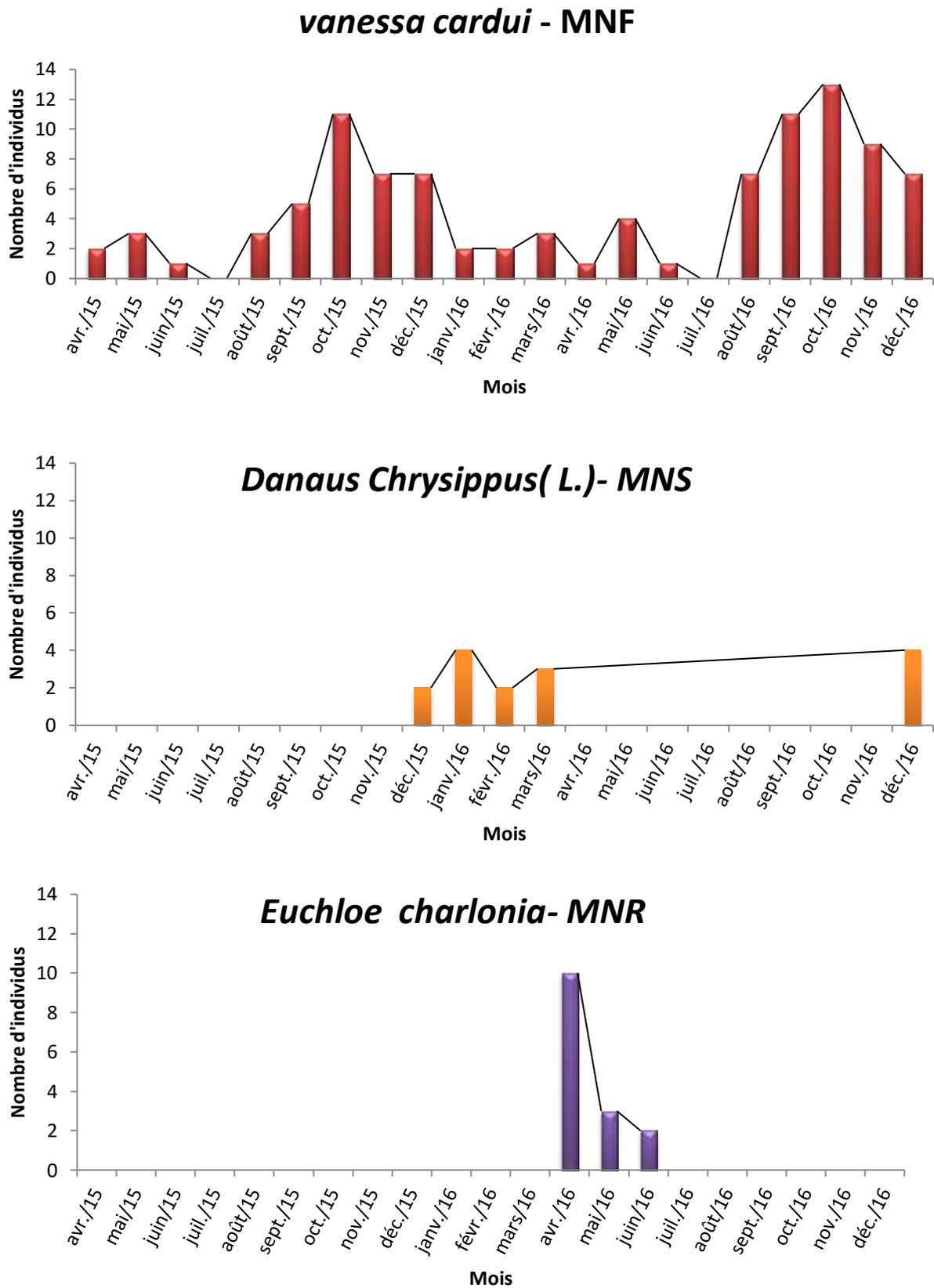


Figure 50 : courbe de vol des principales espèces de papillons en milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

IV.3.2.7 Assemblage spatio-temporelle des communautés de rhopalocères en milieu naturel.

Afin de mettre en évidence la similitude entre les assemblages des rhopalocères en milieu naturel, une analyse des correspondances redressée (DCA) est réalisée grâce au logiciel PAST. La matrice combinée est soumise à une analyse par la classification ascendante hiérarchique (CAH) par la méthode Ward.

Ces analyses nous ont permis de distinguer et de structurer les communautés en 03 groupes sur la base de la mesure de similitude entre les coordonnées des différentes variables.

Le premier groupe, le plus pauvre en matière d'espèces, il ne contient qu'une seule espèce il s'agit de *Pararge aegeria* soit 5,88 %, trouvée dans le milieu rudéral (MNR).

Le deuxième groupe comporte 03 espèces soit 17,65 %, il contient des espèces inventoriées dans le milieu steppique (MNS) il est question de : *Hipparchia aristaeus*, *Danaus Chrysippus* (L.) et *Euchloe belemia* .

Quant au 3^{ème} groupe, c'est le plus important groupe en termes d'espèces en regroupant la majorité des espèces soit 76,47 % il s'agit de : *Iphiolides feisthamelii* , *Polyommatus icarus* , *Euchloe charlonia* , *Vanessa cardui* , *Pontia daplidice* , *Pieris rapae* , *Colias crocea* , *Gegenes pumilio* , *Papilio machaon*, *Pieris brassicae* , *Melanargia galathea* , *Pyronia bathseba* et *Lycaena phlaeas*.

La réalisation de la CAH, ou la classification ascendante hiérarchique par la méthode Ward et selon la droite de troncature choisie donne lieu de distinguer 03 groupes.

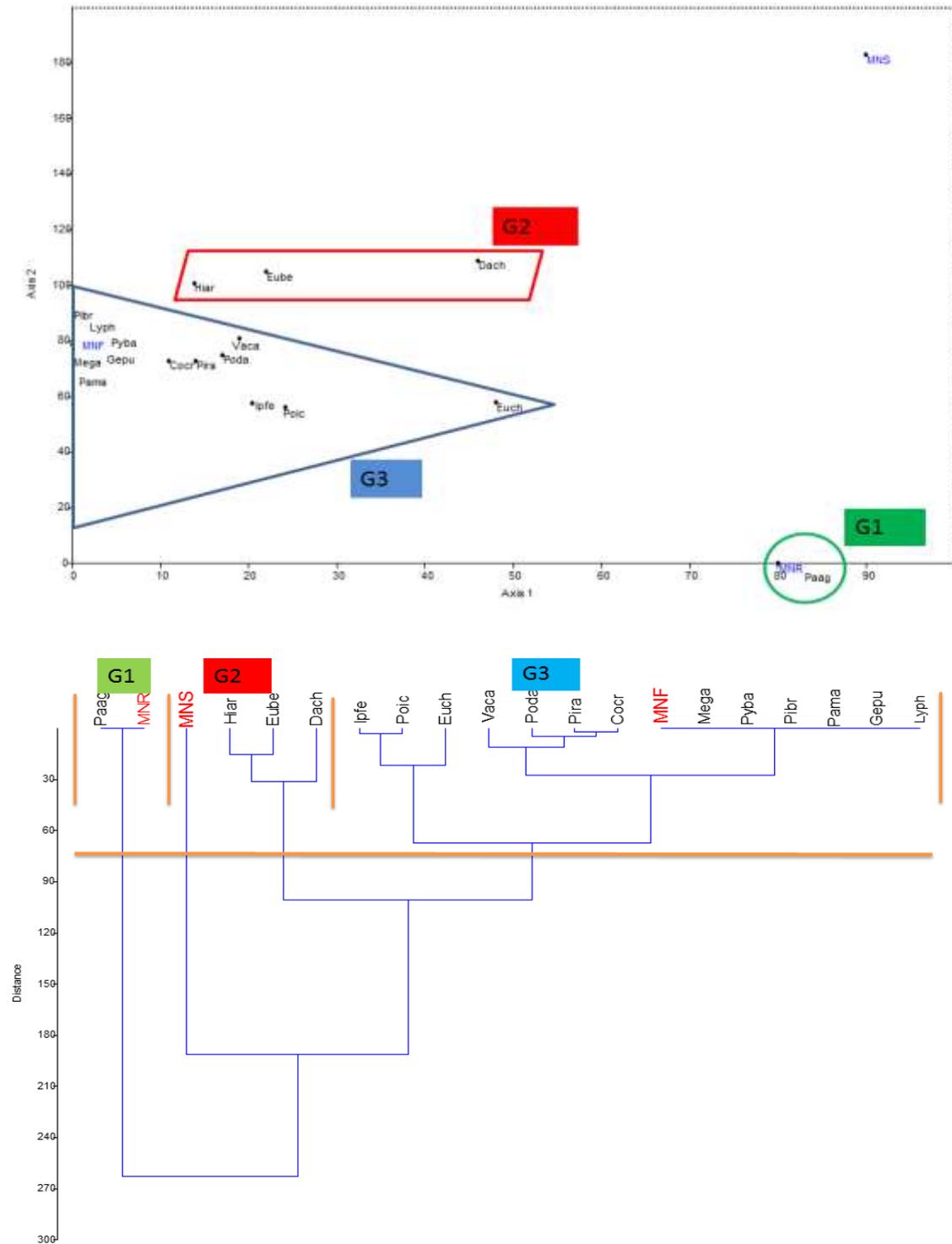


Figure 51 : Répartition et classification ascendante hiérarchique des rhopalocères dans le milieu naturel à travers l'analyse multi variée (DCA).

IV.3.2.8 Analyses en fonction d'assemblages

IV.3.2.8.1 Ordre d'arrivée des groupes

La réalisation des diagrammes rangs/fréquences pour les trois assemblages obtenus à travers la structuration spatiotemporelle des différentes espèces de rhopalocères dans le milieu naturel, ainsi leurs positions et leurs formes servent à relever la succession écologique pour laquelle les espèces choisissent pour arriver dans les milieux étudiés conformément aux groupes d'assemblages respectifs (Fig.52).

Suite à une analyse multivarée (DCA), trois groupes ont été relevé :

Le premier groupe (G1) correspond au milieu rudéral et renferme une seule espèce il s'agit de *Pararge aegeria*, qui est une espèce de la famille des Nymphalidae.

Le deuxième groupe indique la présence de 03 espèces dont *Danaus Chrysippus* (L.) se classe la première selon l'ordre d'arrivée chronologique suivie par *Hipparchia aristaeus* , et en dernière position arrive *Euchloe belemia* . Ces espèces ont été déterminées dans le milieu steppique ou les deux premières sont de la famille des Nymphalidae. Tandis qu'*Euchloe belemia* représente la famille des Pieridae.

Quant à l'ordre d'arrivée des 13 espèces du troisième groupe (G3), représentant le milieu forestier, on remarque que *Vanessa cardui* prime sur cette entité suivie par *Pieris rapae*, ensuite vient *Pontia daplidice*, *Colias crocea*, qu *Euchloe charltonia* i se mettent sur la même ligne. *Melanargia galathea* se range derrière ce groupe.

Polyommatus icarus, *Lycaena phlaeas* et *Iphiclides feisthamelii* s'ensuivent mais avec des fréquences moins faibles que les premières espèces.

En dernier lieu s'installent ces espèces respectivement ; *Pyronia bathseba* , *Pieris brassicae* , *Gegenes pumilio*.

Papilio machaon ou Le Grand porte-queue est la dernière espèce qui caractérise cette station.

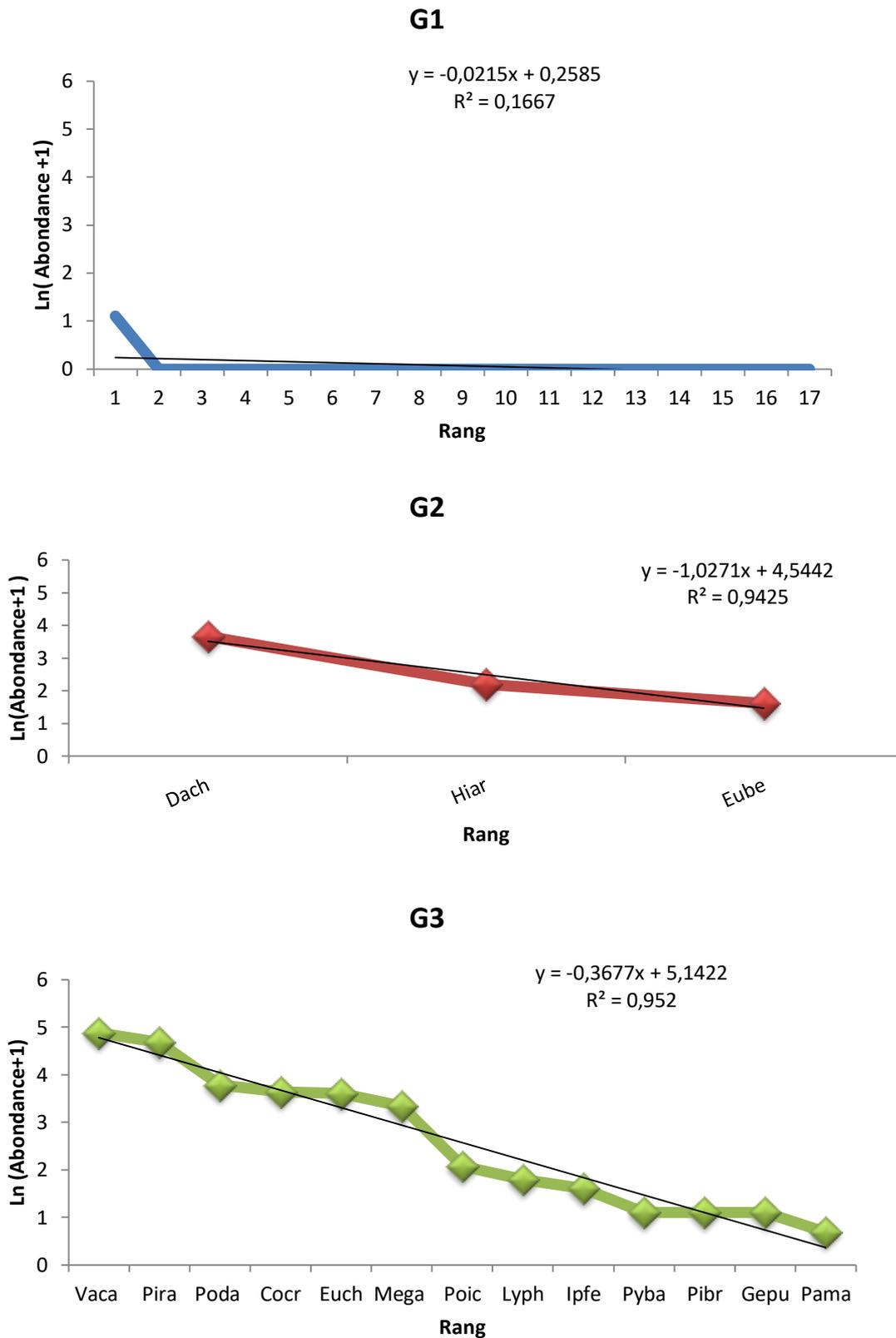


Figure 52 : Ordre d'arrivée des communautés de rhopalocères dans les trois assemblages du milieu naturel de la région de Msila au cours de 2015 et 2016.

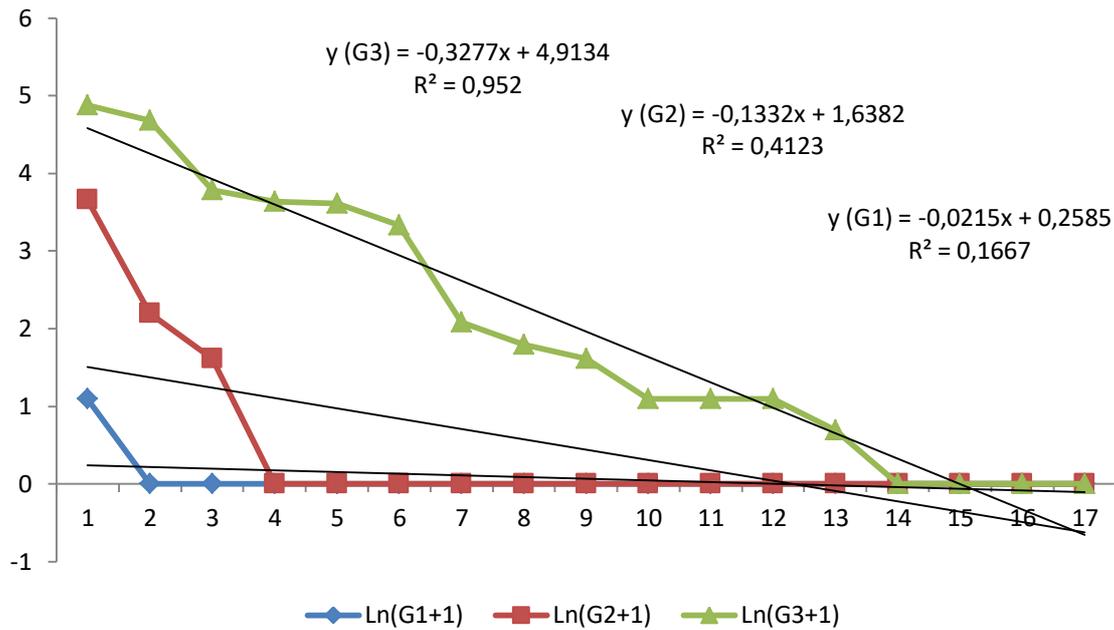


Figure 53 : Diagramme rang/ fréquence globale des espèces de papillons dans le milieu naturel.

IV.3.2.8.2 Homogénéité de la communauté

Une comparaison des pentes des abondances et des stations est faite pour examiner l'ajustement du rang/ Abondance (Abondance transformée en Log) au modèle Motomura. À l'examen du tableau 40, on note que les structures des trois assemblages caractéristiques du milieu naturel, sont conformes au modèle de Motomura car les probabilités calculées avec le test de Barlett sont très hautement significatives entre ces paires d'assemblages (G1/G2), (G2/G3) et (G1/G3).

Cette comparaison nous indique également que la structuration de la communauté de rhopalocères dans ce milieu est très bonne organisée et que les diagrammes rang/ abondance relèvent de très bonne information sur l'homogénéité de la structure des espèces de rhopalocères dans les stations étudiés.

Tableau 40 : Ajustement au modèle de Motomura Dans les différents assemblages.

| | G1 Assemblage MNR | G2 Assemblage MNS | G3 Assemblage MNF |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Pente | -0,096058 | -1,8371 | -7,6922 |
| Ajustement modèle Motomura | 0,32296 | 0,20228 | 0,091388 |
| G1 Assemblage MNR | | | |
| G2 Assemblage MNS | 2,76E-17*** | | |
| Assemblage MNF | 6,29E-27 *** | 1,20E-06*** | |

NS: différence non-significative

* $p < 0.05$;

** $p < 0.01$;

*** $p < 0.001$

CHAPITRE V :

DISCUSSION

V. Discussion

V.1 Diversité et structure des rhopalocères dans les milieux agricoles

Le suivi des Rhopalocères dans les milieux agricoles nous a permis d'inventorier 15 espèces soit 12.5 % du total des espèces recensées en Algérie, qui en compte 120 espèces connues jusqu'à aujourd'hui d'après Tennent (2006). Selon les résultats de notre inventaire, les habitats le plus diversifiés sont les vergers oléicoles avec la présence de 13 espèces par contre les vergers d'arbustes fruitiers sont les moins diversifiés en espèces de papillons de jours avec seulement 07 espèces

La richesse en individus la plus élevée, enregistrée par les vergers d'abricotiers avec 184 individus et le plus petit effectif est noté pour les vergers de grenadier et de pêcher avec seulement 85 papillons.

L'analyse de l'abondance relative des espèces montre que *Pieris rapae*, est l'espèce le plus dominant *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758), la Piéride de la rave est présente partout et dans tous les écosystèmes, c'est une espèce polyphage sur un très grand nombre de Brassicaceae Capparaceae, Ericaceae, Fabaceae et Residaceae (TARRIER and Delacre, 2008) Selon, Still et al. (1996) et (TARRIER and Delacre, 2008), ce papillon est présent presque toute l'année en générations successives (jusqu'à 4 générations), présent en Afrique du nord, il est retrouvé dans les 05 stations de cet inventaire : les cultures maraichers, les vergers d'abricotiers, les parcelles des céréalicultures, les vergers d'arbustes fruitières et les vergers d'oléicultures. Contrairement aux vergers d'arboricultures fruitières dont *Colias crocea* vient en première position avec une abondance relative de 24.7 %. Elle a été récoltée au niveau des cinq stations de cet inventaire ; les cultures maraichers, les vergers d'abricotiers, les parcelles de céréalicultures, les vergers d'arbustes fruitières et les vergers d'oléicultures.

Le statut phénologique de telle ou telle espèce combiné à son apparition peut définir sa classe de constance dans chaque station. De plus, de nombreuses espèces de Rhopalocères sont à des degrés divers migrants. Il peut s'agir de grands migrants intra-régions ou des migrants locaux qui se déplacent sur de courtes distances, ces déplacements pouvant aller selon les espèces de quelques dizaines de mètres à quelques centaines de Kilomètres (Faure, 2007).

Pour le milieu agricole, 07 espèces de 15 soit (47 %) font partie de la classe de constance rare, suivie par la classe de constance des espèces accessoires avec 04 espèces soit 27 %, en outre 03 espèces sont qualifiées d'accidentelles soit 20 % et la classe de constance régulière est marquée par une seule espèce il s'agit de *Pieris rapae*. La Piéride de la rave est apprécié dans

les jardins et les prairies riches en Brassicacées (Lafranchis and Geniez, 2000). Cette famille est très ré pondue dans le milieu agricole que nous avons prospecté.

La diversité d'un peuplement revêt au moins deux aspects (Williamson, 1973). Le premier correspond au nombre de taxons présents, généralement des espèces. Mais, la richesse en taxon d'un peuplement n'est qu'une mesure imparfaite de la diversité et ne tient pas compte de l'autre aspect de la diversité que constitue l'importance numérique de chaque taxon. Divers outils mathématiques furent proposés pour tenter d'évaluer cet aspect de la diversité (Daget, 1976).

Selon les valeurs de l'indice Shannon-Waever (H') de diversité dans les différentes cultures du milieu agricole montrent des différences entre ces derniers, en effet la station la plus diversifiée semble être les vergers d'arboricultures fruitières avec une valeur de 1,618 bit Cette station correspond à un milieu stable avec des conditions de vie favorables pour les papillons de jour, suivie de la culture céréalière avec 1,431 bit, puis, c'est les vergers oléicoles avec 1,370 bit. Les vergers d'abricotiers avec 1,301 bit et la culture maraichère avec 1,025 bit, sont en 4 et 5 positions.

Selon Dajoz (1971), l'indice de diversité permet de comparer la richesse de deux biocénoses, en particulier lorsque le nombre d'individus récoltés dans chacune d'entre elles est très différent. La diversité est conditionnée par deux facteurs, la stabilité du milieu et les facteurs climatiques, De même (Tolman and Lewington, 1999) indiquent que les papillons réagissent instinctivement aux stimuli spécifiques tout autant qu'aux modifications saisonnières et aux autres changements dans leurs environnements.

La station la plus équilibrée est celle des vergers d'arbustes fruitiers, avec une valeur d'équitabilité égale à 0,91, ensuite vient la culture céréalière avec une valeur de 0,75, les vergers d'abricotiers et oléicoles avec la même valeur 0,73. Enfin, la culture maraichère avec 0,66, s'est révélée être la station la moins équilibrée. Ces valeurs tendent vers 1 ce qui implique une régularité élevée et que les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux au cours de tous les mois. Donc ces stations sont des milieux équilibrés

Pour l'Indice de diversité de Simpson les 04 milieux (les cultures céréalières, vergers d'oléicultures, vergers d'abricotiers et les cultures maraichères) affichent des valeurs assez élevées et qui sont très proches. Cependant, les vergers d'arboricultures fruitières s'écartent avec une valeur plus élevée de 0,814.

L'analyse de résultats de l'indice de Hill montre que, les papillons de vergers d'arboriculture fruitières affichent une valeur élevée de 0,708 ce qui traduit par une faible diversité contrairement aux cultures maraichères qui indiquent une valeur plus basse de

0,435. Théoriquement plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible, ce qui explique que ce milieu est le plus diversifié entre les autres.

La diversité des papillons est d'abord influencée par la qualité de l'habitat et dans une moindre mesure par le paysage environnant (Van Halder *et al.*, 2017), en particulier, les assemblages de papillons sont fortement influencés par la diversité floristique et la ressource en fleurs nectarifères (Villemeay and Archaux, 2018).

Le coefficient de similarité de Sorensen appliqué pour les cinq stations d'étude, montre qu'il y a une forte similarité entre les vergers oléicoles et les verges d'abricotiers, avec un degré de similarité de 92 %. Cela peut être dû au fait que ces deux stations sont situées dans le même secteur et à une même altitude, pratiquement dans les deux sous stations de Sidi ameur et Temsa. Donc les conditions climatiques sont identiques, en plus ils présentent mêmes physionomies (strate arboricole) et aussi des espèces végétales communes et à la proximité de deux cultures ce qui permet l'accès à un nombre important des espèces communes tels que ; *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Vanessa cardui*, *Colias crocea*.

On note aussi que la similarité la plus faible (74%) entre les cultures céréalières et les verges d'arboricultures fruitières. Ceci qui est probablement due aux physionomies végétales disproportionnées (Strate herbacée et strate arboricole) où les papillons de jours ont un accès différent aux ressources. Ces résultats corroborent avec les données recueillies dans les verges du Nord de La Mitidja (Remini, 2017) ou la valeur entre les deux cultures (agrumes et céréales) de la région de Souachette à Rouiba est la plus faible.

A partir de la présence des espèces inventoriées dans les relevés de notre étude nous avons calculé leur amplitude d'habitat, cependant les communautés de rhopalocères ont été décomposées en espèces généralistes ou en spécialistes. Nous avons trouvé une très faible valeur d'amplitude d'habitats dans les cultures céréalières qui renferment les espèces « spécialistes » alors que les verges d'abricotiers et les verges oléicoles renferment des espèces plus ou moins « généralistes ». Sur les 15 espèces inventoriées, plus de la moitié semble préférer les verges oléicoles. (Jonsen and Fahrig, 1997) évoquent que les espèces spécialistes sont dépendantes dans nombre bien plus limité de ressources en outre (Taylor *et al.*, 1993) notent que les espèces généralistes ont besoin d'une certaine quantité de ressources par unité de temps.

L'analyse de nos résultats montre que dans le milieu agricole l'ordre d'arrivée est différent d'un milieu à un autre avec un décalage d'accession plus ou moins varié. Il est apparent que les espèces primeurs par rapport aux autres sont les espèces dominantes classiques avec de

fortes fréquences telles que ; *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Vanessa cardui*, et *Colias crocea* mais avec timing d'arrivée différent.

Une prédominance marquée de *Pieris rapae* et *Pontia daplidice*, dans ces milieux : les cultures maraichères et les vergers oléicoles et d'abricotiers. Par contre et dans les cultures céréalières on note que *Pontia daplidice* arrive en quatrième position précédée par *Vanessa cardui* et *Colias crocea*, cette dernière arrive la première dans les vergers d'arbustes fruitières, suivie par *Pieris rapae*.

Les courbes de vol de principales espèces ont été obtenues sur la base de leur ordre d'arrivée et leurs barycentres g. 04 espèces sont choisies pour l'exposition de leurs courbes de vol, le choix des espèces c'est porté sur celles avec la plus grande présence pour chaque famille et pour les cinq stations. Les courbes sont rapportées sous forme d'histogrammes combinés avec une courbe.

La piéride de la rave s'est montrée présente dans toutes les plantations agricoles, espèce primo arrivante dans 04 milieux agricoles avec des abondances élevées (Albouy and Baliteau, 2013)note que c'est un des seuls papillons que l'on peut voir voler couramment, aussi (Tarrier and Delacre, 2008) indiquent que c'est une espèce polyphage et présent partout dans tous les écosystèmes. Elle est polyvoltine et abondante dans l'Afrique du Nord (Tolman and Lewington, 2010)

Pieris rapae , est suivie souvent par la piéride de réséda ou *Pontia daplidice* , surtout dans les vergers oléicoles, vergers d'abricotiers et dans les cultures maraichères. Elle vol de Mars jusqu'à l'été dans les lieux incultes et les dunes , La plante hôte de la chenille est *Reseda lutea*, mais aussi des Brassicacées (Higgins *et al.*, 1991) ces plantes sont largement réponsus dans les parcelles agricole de la zone d'étude.

Colias crocea ou, le Souci est migrateur polyvoltin, vole du printemps au début de l'automne, il peut avoir jusqu'à 4 générations. Sur le terrain cette espèce est traité dans le verger d'arbustes fruitiers, elle est observé dès moi de septembre, aussi en mois de mars et durant la saison estivale depuis le mois de juillet

Selon, (Still *et al.*, 1996), il fréquente plus les lieux fleuris et les friches. Parmi ses Plantes hôtes il y a les Fabaceae. La présence de cette espèce est rapportée au Nord de l'Afrique (Tolman and Lewington, 2010).

la biodiversité des agroécosystèmes peut être séparée en deux composantes: la biodiversité liée à la culture et la biodiversité "associée" qui regroupe l'ensemble des êtres vivants colonisant l'agroécosystème à partir de l'environnement proche (Vandermeer and Perfecto, 1995). La famille des piéridae est généralement abondante aux milieux agricoles.

Hormis, la présence des trois espèces de la famille Piéridae, La belle dame ou, *Vanessa cardui* se trouve dans tous les milieux prospectés et vient en deuxième position dans les cultures céréalières, elle est souvent présente en automne et en hiver également on note son absence durant le printemps et l'été. La Belle-Dame est un papillon migrateur de la famille des Nymphalidae. Étant l'espèce diurne la plus répandue dans le monde, elle est aussi très commune dans nos régions, Il possède une préférence marquée pour les fleurs de chardons, artichaudes, orties et mauves.

Aussi, (Colignon *et al.*, 2001) indiquent que l'effet de l'environnement se marque notamment sur l'abondance de nombreuses familles d'auxiliaires et de ravageurs d'importance agronomique.

L'activité de ces principales espèces est maximale en saison printano-estivale qui coïncide avec la floraison de la majorité des plantes (plantes hôtes) et surtout avec des conditions climatiques favorables pour le vol des papillons. Comme l'indique (Macqueen *et al.*, 1986) ; l'activité des et le développement des insectes sont maximaux au printemps et en été .

De même (Thomas *et al.*, 2011) signalent que les caractéristiques de la végétation (Disponibilité en nectar et en plante hôte, la structure et la composition de la végétation, le mode et l'intensité de gestion (fauche, pâturage chargement à l'hectare, fertilisation) influencent fortement les papillons de jours.

Aucune différence n'est à déplorer pour la diversité des papillons de jours dans les cinq milieux agricoles, l'ajustement des pentes au modèle naturel de Motomura ne montre pas des probabilités significatives. Cela signifie que la communauté de rhoplaoceres en milieu agricole présente de perturbation dans ces cultures. Il est très intéressant de signaler que la majorité des espèces de papillons sont hautement spécialisées en une ou peu d'espèces de plantes hôtes (Wahlberg, 2000). Ce qui explique qu'une espèce de papillon ne se retrouve, que dans un biotope particulier, recelant ses plantes hôtes, ou nectarifères.

Il ressort de l'analyse des correspondances redressée (DCA) suivie par la classification ascendante Hiérarchique (CAH) qu'il existe 03 groupe d'habitats ; le premier est celui des cultures céréalières à des habitats dominés par la strate herbacée. Le deuxième celui des vergers oléicoles avec deux strates arboricole et herbacée très riche en adventices, puis en troisième place on a les vergers arboricoles et les cultures maraichères généralement traitées chimiquement.

V.2 Diversité et structure des rhopalocères dans les milieux naturels

Dans les milieux naturels, les Rhopalocères échantillonnés au niveau des trois stations (foret, steppe et rudéral) sont représentés par 17 espèces réparties en 5 familles.

Le milieu ouvert des forêts est le plus diversifié en espèces (17 espèces) et en nombre de famille (05 familles) suivi par le milieu rudéral avec 09 espèces. Appartenant à 4 familles qui sont Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae et Papilionidae.

Enfin le milieu steppique s'avère le moins riche avec la présence seulement de 45 individus appartenant à 08 espèces de deux familles Nymphalidae et Pieridae.

Selon (Claude, 1995a), la forêt représente le milieu le plus vaste actuellement habitable pour la plus grande partie des espèces de papillons.

Cette variation du nombre des espèces et des effectifs de rhopalocères entre les trois stations prospectée peut être due à la disponibilité présente de leur plantes hôtes, dans certains cas, la rareté ou la localisation d'une espèce peut correspondre à celle de sa plante hôte d'après (Tolman and Lewington, 1999).

L'étude menée par (Remini, 2017) au parc zoologique d'Alger au niveau de trois stations (pelouse, matorral arborée dégradée et matorral haut) a permis de recenser 33 espèces de rhopalocères représentés par 05 familles. *Vanessa cardui* est l'espèce la plus abondante dans ce type de milieu avec un effectif de 130 individus (28.57 %) suivie par *Pieris rapae* avec 107 individus (23.52%).

L'analyse des résultats montre des données différentes sur les taxa rencontrés cependant, chaque milieu est représenté par son espèce la plus abondante, dans les forêts *Vanessa cardui* prend la première place avec 101 individus, alors que *Danaus Chrysippus (L.)* vient en premier rang pour le milieu steppique avec 15 individus.

Dans le milieu rudéral *Euchloe charlonia* montre une présence non négligeable d'espèces soit un total de 16 individus.

Selon notre inventaire, il ressort 03 différentes catégories de constance, une dominance marquée de la catégorie d'espèces rare avec (11 espèces), suivie par celle des espèces accidentelles avec 05 espèces. Par contre la classe de constance accessoire est représentée uniquement par *Vanessa cardui*. Nos résultats sont similaires à ceux de (Berkane, 2011) et de (Remini, 2017) ou elles notent que la majorité des espèces sont très rares ou accidentelles

Globalement, on constate une richesse assez importante dans notre station par rapport au milieu agricole. Dans le même sens (Claude, 1995a) il signale que la présence d'un grand nombre d'espèces est un gage de bonne santé du milieu et la diversité est tout à fait souhaitable.

Pour une bonne valorisation de nos données plusieurs indices écologiques de composition et de structure ont été appliqués.

La valeur la plus haute de l'indice de diversité de shannon-Waever est signalée dans le milieu rudéral avec 0,505 bits et affiche de résultats proches pour les deux autres stations.

Les résultats de l'indice de l'équitabilité, montrent qu'il existe une mauvaise équi-répartition des individus ou les effectifs des différentes espèces de papillons présentes ont tendances à ne pas être en équilibre entre eux.

L'analyse des valeurs de L'indice de Simpson (D) montre que la valeur la plus faible est signalée au milieu de steppe avec $D= 0.762$, ce milieu également affiche une forte valeur de l'indice de similarité de Sorenson avec le milieu rudérale (une similitude qui atteint 70.58%).

L'analyse structurelle est réalisée une fois l'inventaire des espèces achevé à partir du nombre des individus il est possible de calculer l'amplitude d'habitat (AH) le barycentre g des abondances d'espèces de Papillons définissant ainsi les 3 classes suivant les valeurs de g, nous montre que le milieu steppique et rudéral, renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que les forêts disposent des espèces plus ou moins « généralistes ».

Les espèces diffèrent en matière d'exigences écologiques, notamment pour l'alimentation de leurs chenilles : certaines espèces dépendent d'une plante-hôte spécifique, alors que d'autres sont plus généralistes et peuvent se nourrir de nombreux végétaux (Lafranchis *et al.*, 2015).

La distribution des organismes est intimement liée à la distribution spatiale des ressources qu'ils utilisent pour compléter leur cycle de vie (Boyce and McDonald, 1999).

Selon le timing d'arrivée les principales espèces qui arrivent tôt dans les différentes stations durant notre étude sont : *Vanessa cardui* (forêts), *Danaus Chrysippus* (L.) (Steppe) et *Euchloe charlonia* (rudéral), elles présentent de forte valeur d'abondance.

En plus qu'elle est la 1ère en milieu forestier, la belle dame à une importance remarquable elle vient en deuxième position dans les deux autres milieux (rudéral et steppique) *vanessa cardui*, est observé au niveau de toutes les stations du milieu naturel dans la région de M'sila Elle est aperçue pendant toute l'année, sauf en mois de juillet, et marque deux pics en octobre avec 11 individus (2015) et 13 individus (2016).

Danaus Chrysippus (L.) est l'espèce la plus abondante dans le milieu steppique sa présence est remarquée surtout en hiver. Le Petit Monarque (*Danaus chrysippus*), de la famille des Nymphalidés (sous-famille des Danainés), (TARRIER and Delacre, 2008) très largement répandu en Afrique (Higgins *et al.*, 1991) elle fut également pour la première fois en Algérie en 1912 (Tennent, 1995).

Elle fréquente une plante largement connue dans la littérature il s'agit de *Asclepias curassavica* (TARRIER and DELACRE, 2008). En Algérie et selon (TENNET, 1995) les plantes hôtes de cette espèce ne sont pas clairement établies. Néanmoins *calotropis spp* ont été suggérés comme plantes nourricières ces plantes médicinales existent en milieu désertique (MOHAMMEDI and ATIK, 2014) ce qui explique la forte existence du petit monarque en milieu steppique .

Euchloe charlonia marque le milieu rudéral dont sa période de vol est courte d'avril au juin. Avec un effectif maximal noté au mois d'avril 2016 avec 10 individus. Au milieu rudéral elle est classée dans la catégorie des espèces accidentelles contrairement aux deux premiers milieux dont elles classées parmi les espèces rares. Comme l'indique (SAMRAOUI, 1998a) ce papillon se trouve essentiellement dans les terrains rocheux.

L'étude menée par (VEROVNIK *et al.*, 2018) dans L'Anti-Atlas qui se trouve au contact de la zone aride saharienne et semi-aride méditerranéenne montre que *Euchloe charlonia charlonia* est parmi les espèces communes les plus répondues dans ce biotope aride .

(HIGGINS *et al.*, 1991) Notent qu'elle est largement répartie en Afrique du Nord et surtout dans les semi-déserts de l'Algérie. À titre d'exemple 07 individus ont été trouvés dans les habitats naturels de la commune de Boussaâda par contre aucun individu recensé dans les parcelles agricoles (SAAD and BOUNACEUR, 2018) .

(REMINI, 2017) Signale que plusieurs facteurs peuvent influencer les afflux des espèces tels que le type d'habitat, le couvert végétale, leur mobilité et en plus la disponibilité en plantes nourricières.

Nous avons également étudié l'assemblage spatio-temporel des communautés de rhopalocères en milieu naturel grâce au logiciel PAST à travers la réalisation d'une analyse des correspondances redressée (DCA) suivie par une classification ascendante hiérarchique (CAH) par la méthode Ward.

A la lumière de ces analyses nous avons pu distinguer 03 entités :

Le premier groupe, avec une seule espèce soit 5,88 %, trouvée dans le milieu rudéral (MNR).

Le deuxième groupe comporte 03 espèces soit 17,65 %, il est question de : *Hipparchia aristaeus*, *Danaus Chrysippus (L.)* et *Euchloe belemia* .inféodées au milieu steppique (MNS)

Quant au 3ème groupe, c'est le plus important groupe en termes d'espèces en regroupant la majorité des espèces soit 76,47 % il s'agit de : *Iphiclides feisthamelii* , *Polyommatus icarus* , *Euchloe charlonia* , *Vanessa cardui* , *Pontia daplidice* , *Pieris rapae* , *Colias crocea* , *Gegenes pumilio* , *Papilio machaon* et *Pieris brassicae* , *Melanargia galathea* , *Pyronia bathseba* et *Lycaena phlaeas*.

Les lisières et les milieux intra forestiers herbacés (clairières, routes forestières, peuplements ouverts) peuvent ainsi servir de refuges (Dover *et al.*, 1997), offrir des conditions microclimatiques favorables (van Halder *et al.*, 2011), mais aussi des ressources nectarifères et des plantes-hôtes.

Les communautés de papillons sont influencées par la composition, la structure et l'hétérogénéité des communautés végétales (Dennis, 2004).

Les papillons sont présents dans de nombreux milieux, ils sont sensibles à la composition et la configuration du paysage (Dover and Settele, 2009) et réagissent rapidement aux changements d'utilisation des sols et aux modifications de leurs milieux (Van Dyck *et al.*, 2009), ce qui en fait un groupe indicateur de la qualité de l'environnement (Van Swaay and Warren, 2012) et du changement climatique (Vickery, 2008; Schweiger *et al.*, 2014).

V.3 Diversité comparée entre différents milieux agricoles et naturels.

Vu les caractéristiques de la région de M'sila tant sur le plan floristique que faunistique, reste toutefois un milieu pas ou mal connu notamment pour les papillons de jours. L'intérêt écologique et biogéographique d'un inventaire complet serait cependant considérable en raison de la grande richesse de cette région. Aussi comme phase préliminaire à d'autres études plus spécialisées.

L'inventaire taxonomique des rhopalocères de la région de M'sila, a permis de répertorier 19 taxons. L'analyse des travaux effectués dans d'autres régions du pays nous a permis de mettre en évidence les espèces qui ne sont pas retrouvées ailleurs.

De la liste de Remini and Moulaï (2015). Qui ont étudié les papillons de jour du Nord- Est algérien, 16 espèces sont absentes de notre inventaire, à savoir ; *Anthocharis belia belia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Colotis evagore*, *Gonepteryx rhamni*, *Gonepteryx cleopatra*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lampides boeticus*, *Cacyreus marshalli*, *Leptotes pirithous*, *Clastrina argiolus*, *Zizeeria Karsandra*, *Aricia agestis*, *Polymmatius bellargus*, *charaxes jasius*, *Maniola jurtina jurtina*, *Spialia sertorius*, *Carcharodus tripolinus*, *Carcharodus stauderi*, *Thymelicus acteon*. L'absence de ces espèces peut être dû aux variations des plantes nourricières et aux exigences écologiques spécifiques à chaque espèce. Les espèces diffèrent en matière d'exigences écologiques, notamment pour l'alimentation de leurs chenilles : certaines espèces dépendent d'une plante-hôte spécifique, alors que d'autres sont plus généralistes et peuvent se nourrir de nombreux végétaux (Lafranchis *et al.*, 2015). De même les papillons sont sensibles à la composition et la configuration du paysage (Dover

and Settele, 2009) et réagissent rapidement aux changements d'utilisation des sols et aux modifications de leurs milieux (Van Dyck *et al.*, 2009).

En comparaison a notre inventaire 05 espèces de Rhopalocères présent dans notre inventaire, sont absentes de l'inventaire de (Samraoui, 1998a) qui a étudié les papillons de jour du Nord-Est algérien à savoir ; *Hipparchia aristaeus* , *Pyronia bathseba*, *Melanargia galathea* , *Gegenes pumilio* et *Carcharodus baeticus*.

L'étude réalisée par (Hallal and Yakoubi, 2002) dans le Parc national de Gouraya à Bejaia menée dans (matorral haut, pinède, falaise et garrigue) n'a pas enregistré 07 especes que nous avons trouvé de notre étude il s'agit de : *Hipparchia aristaeus* , *Pyronia bathseba*, *Melanargia galathea* , *Pontia daplidice*, *Danaus Chrysippus*(L.), *Euchloe charlonia* et *Carcharodus baeticus*.

Six espèces n'ont pas été inventoriées par (Farhi and Yahiaoui, 2006) qui ont réalisé une étude en zones arides et semi- arides dans la région de Bouira , il est question de : *Hipparchia aristaeus* , *Gegenes pumilio* , *Danaus Chrysippus*(L.), *Euchloe charlonia* , *Carcharodus baeticus* et *Vanessa atalanta*.

L'inventaire réalisé par (Berkane, 2011) dans le parc national de Taza (Jijel) n'affiche pas cinq espèces que nous avons trouvé , à citer : *Hipparchia aristaeus* , *Pyronia bathseba*, *Pontia daplidice*, *Euchloe charlonia* et *Colias crocea*.

Enfin , La comparaison de notre inventaire avec celui de (Remini and Moulai, 2015) qui ont mené la plus récente étude sur les Rhopalocères en Algérie, dans divers agroécosystèmes de la Mitidja montre que 05 espèces ne sont pas recensé *Hipparchia aristaeus* , *Pyronia bathseba*, *Euchloe charlonia* , *Carcharodus baeticus* et *Melanargia galathea*.

Cette étude est la première étude consacrée au rhopalocères de M'sila a pour but d'évaluer la diversité d'espece de papillon dans cette région qui est souvent soumise à des pressions fortes d'utilisation de la terre dues à la croissance de population et a l'agriculture intensifiée.

Le recensement du peuplement des rhopalocères dans la région de M'sila, indique l'existence de de 1139 individus appartenant à dix-neuf espèces, réparties en 05 familles et 12 genres. Cette diversité présente une part estimée à 15,83 % Par rapport aux 120 espèces de Papillons de jour présents en Algérie d'après Tennent (1996) et Samraoui (1996) , et 4,10% par rapport aux 463 espèces de la Méditerranée (Numa *et al.*, 2016b).

Pendant plusieurs années, un effort important a été consacré à l'étude de la faune des rhopalocères à travers le monde. Dans la région occidentale de la France (Ouin and Burel, 2002) ont capturé un total de 2276 individus représentant 22 espèces pendant leur étude dans cinq paysages différents. (Aviron *et al.*, 2007) Ont noté 1112 papillons pendant leur étude

entreprise dans différents habitats (des parcelles cultivées et des marges herbacées de champ) en France occidentale. Dans le même continent (Gonzalez *et al.*, 2017) ont capturé 522 individus représentant 45 espèces le long de cinq traînées de touristes dans la région du nord-est du Portugal. Plus loin en Asie et précisément En L'Inde (Majumder *et al.*, 2013) ont effectué un inventaire détaillé des papillons dans des forêts à feuilles caduques moite mélangé et des forêts à feuilles persistantes avec des pièces rapportées de longues herbes, un total de 1005 papillons représentant 59 espèces ont été enregistrées dans leur étude.

Cependant en Algérie, quelques études précédentes ont été faites pour évaluer la biodiversité de la faune de papillons, quarante-six espèces enregistrées en Algérie nord-est inclut (les prairies, la montagne et le lac) par (Samraoui, 1998b) .

Récemment (Remini and Moulai, 2015) ont capturé 1507 papillons pendant leur étude effectuée dans cinq parcelles agricoles de la région de Metidja. Egalement remarquable inventaire de trente une espèces de papillons est fait par (Kacha *et al.*, 2017) pendant leurs étude dans plusieurs habitats du parc national de Theniet El Hed.

Dans cette étude, la famille de Nymphalidae compte 28.6 % des espèces observées, était la famille la plus diverse mais, contrairement au Pieridae qu'était la famille la plus abondante représentant 62.7 % d'effectif des individus les autres familles ; Papilionidae, Hesperidae et Lycaenidae représentent le plus bas nombre d'individus et d'espèce.

Toutefois, il était facile d'inventorier tous les groupes de papillon mise à part les Lycaenidae et les Hesperidae qu'étaient particulièrement erratiques et difficiles de prélever (Brown Jr and Freitas, 2000) d'où vient le nombre inférieur d'individus appartenant aux ces petites espèces.

Durant notre étude nous avons constaté des préférences d'habitat du papillon il s'est avéré que le milieu forêt été le milieu le plus préféré (représentant 16 espèces) suivi des paysages agricoles (15 espèces), une faible richesse d'espèce et basse diversité des papillons enregistrés dans les habitats rudéral (09 espèces) et de steppe (avec 08 espèces seulement) dus aux couches basses de végétation. (Sawchik *et al.*, 2003) Ont noté l'absence d'effets des ressources florales peut être considérée, compte tenu que beaucoup de ressources nectarifères sont un facteur limitant pour de nombreuses espèces de papillons. Effectivement, la végétation est également l'interface physique principale entre les papillons et leur environnement.

Selon (Remini and Moulai, 2015) les résultats obtenus , dans des paysages agricoles ont montré que la richesse d'espèce de papillons varie entre 8 et 18 espèces.

les habitats forestiers ont fourni une diversité plus élevée de papillon comparée aux habitats agricoles qui est due aux pratiques humaines et à la pression (Stefanescu *et al.*, 2004).

Des différences enregistrées dans la diversité d'espèce peuvent être expliquées par le choix d'habitat qui est directement lié à la disponibilité des plantes nourricières pour des larves et des adultes (Grossmueller and Lederhouse, 1987; Thomas, 1995).

Comme l'a été cité précédemment (Carcasson, 1964), l'Afrique méditerranéenne est habitée par une faune paléarctique, la majorité des espèces de papillons trouvées sont d'origine paléarctique et western paléarctique.

Selon (Samraoui, 1998a) cinq espèces de notre inventaire sont d'origine holarctique à savoir ; *Papilio machaon*, *Lycaena phlaeas* (L.), *Polyommatus icarus*, *Vanessa atalanta* et *Vanessa cardui*.

Deux espèces sont d'origine éremic il est question de *Gegenes pumilio* et *Euchloe charlonia* (Katbeh-Bader *et al.*, 2003) Signalent que ce dernier est un papillon est distribué depuis l'Afrique du nord jusqu'au l'Afghanistan. (Tolman and Lewington, 1999), Rapportent que *Gegenes pumilio* réside dans les milieux rocheux chauds et secs du littoral méditerranéen, en bordure de rivières et zones de suintement très ensoleillées. L'origine paléo tropicale est présent par une seule espèce il s'agit de *Danaus chrysippus*, (TARRIER and Delacre, 2008) notent que le petit monarque peuple l'Afrique noire, l'Asie tropicale et l'Australie, s'est installé au Maroc dans les années 50, ces papillons sont connus par leurs migrations grégaires.

La présence de la diversité floristique dans la wilaya de M'sila fait de peuplements de rhopalocères de cette région un intéressant sujet de recherche. Cependant plusieurs parcelles qui accueillait les papillons de jours sont transformées aujourd'hui en grandes plaines agricoles marquées par l'utilisation des pesticides, ou urbanisées.

Ces changements ont certainement affectés la composition et la distribution des espèces de papillons de jours dans cette région.

Les différences de la diversité et l'abondance de papillons entre les habitats sont expliqués par les indices de diversité.

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver changent de 1.652 (des habitats steppiques) à 2.038 (des habitats forestiers) ces derniers semblent être les habitats les plus diversifiés.

(Gonzalez *et al.*, 2017), Ont précisé que les valeurs de l'indice de diversité dans les paysages de l'agriculture, les secteurs de pâturage, les marais, la prairie et les forêts normales varient entre $H = 2.25$ et $H = 2.55$.

Dans notre étude, la valeur de l'indice de diversité dans les paysages agricoles est égale à

$H = 1.868$ (Remini and Moulaï, 2015) ont également constaté que les valeurs de cet indice oscillent entre $H = 0.94$ et $H = 2.44$ dans les agrosystèmes de Mitidja, toutefois (Ouin and Burel, 2002) ont signalé que la valeur de cet indice dans les cinq paysages étudiés changent de $H = 1.85$ à $H = 2.5$. Ces changements observés entre les habitats sont dû à quelques facteurs critiques pour des papillons, tels que les plantes nourricières des larves et les sources nectarifères d'adulte (Blair and Launer, 1997).

Les différences en composition en espèce de papillon sont déterminées en grande partie par les communautés végétales (Atauri and de Lucio, 2001; Tews *et al.*, 2004; Gonzalez *et al.*, 2017).

Selon (Duelli, 1997), les facteurs les plus pertinents pour évaluer la biodiversité dans une mosaïque de paysages sont la variabilité, l'hétérogénéité du paysage ou encore la proportion de surface couverte par chaque type d'habitat. La fragmentation galopante des paysages, sous l'action de l'urbanisation et des mises en place d'infrastructures linéaires infranchissables, des flux biologiques a été limitée à quelques espèces cibles, sous la pression de groupes d'intérêt particuliers. Depuis, l'idée retenue de prendre un maximum d'espèces en considération, afin de conserver au paysage son fonctionnement écologique (Clergeau, 1993).

Les valeurs d'équitabilité changent de $E = 0.6897$ (les habitats agricoles) à $E = 0.8563$ (les habitats Rudéraux) ces derniers représentent les habitats les plus équilibrés. Les valeurs d'équitabilité de ces quatre types d'habitat semble être trop étroites et montre la présence de certain équilibre entre le nombre d'individus de papillons.

L'indice de Sorensen C_s , est employé pour exprimer le degré de similitude entre deux échantillons, la valeur la plus élevée cet indice est (84 %) a été trouvée entre les habitats agricoles et forestiers, les résultats montrent 13 espèces communes entre les deux habitats tels que *Vanessa cardui*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice* et *Colias crocea*

Ce groupe d'espèce représentent les espèces de papillon les plus communes avec de grandes valeurs de l'abondance relative (82 % et 74 % respectivement). Ainsi une similitude significative de (71 %) a été également notée entre les habitats steppiques et rudéraux, la similitude la plus basse (61 %) a été indiquée entre les habitats agricoles et steppiques.

V.4 Distribution des espèces

Les résultats prouvent que plus de 30 % des espèces de papillon enregistrée dans tous les types d'habitats étaient identique. Les habitats forestiers ont fourni une diversité de papillon plus élevée comparée aux habitats agricoles qui est due aux pratiques humaines et la pression (Stefanescu *et al.*, 2004) a constaté qu'une diminution significative des nombres d'espèce liés

à une augmentation de pression humaine , ce qui est conforme à l'observation de (Montesinos, 1985).

Les habitats agricoles sont contrôlés par les agriculteurs ; ils peuvent être influencés par le système d'exploitation intensif et l'utilisation des intrants agricoles. La variabilité de la diversité des rhopalocères au sein les habitats agricoles peut être due à la diversité des parcelles et de cultures. Les milieux agricoles principalement, les plantations d'oliviers, la céréaliculture et les vergers arboricoles présentant différentes quantités et qualités des éléments herbacés qui soutiennent la diversité de papillon mais quelques pratiques agricoles (comme: la conversion des prairies non améliorées en récoltes arables, fertilisation de parcours et l'utilisation croissante des herbicides et des pesticides peut mener à la perte de multiples habitats, la fragmentation et l'isolement des habitats restants.

Par ailleurs, (Wood and Samways, 1991), jugent que la fragmentation et la modification du paysage avec l'augmentation de la pression de la population humaine influe sur les habitudes de déplacement des animaux. La fragmentation et la perte d'habitats qui résulte de la transformation du paysage sont une des menaces majeures pesant actuellement sur la diversité biologique (Henle *et al.*, 2004). Enfin, (Bianchi *et al.*, 2006), conçoivent que le paysage influence les organismes à différentes échelles en fonction de leurs traits de vie, en allant de l'échelle locale à l'échelle régionale de la parcelle. De même Herve 2009, indique que la destruction des biotopes est la grande cause de perturbation des écosystèmes et du déclin des espèces animales et végétales. Lorsque ces biotopes ne sont pas entièrement détruits, sont réduits à des zones trop restreintes en surface, et ne suffisent plus à garantir la pérennité des biocénoses. La diversité génétique des populations présentes y est trop faible, ce qui les condamne à plus ou moins long terme.

Le changement de climat est une autre menace importante aux papillons dans la région méditerranéenne (Numa *et al.*, 2016).

Ainsi, il peut voir que ces six espèces sont présentes pratiquement dans tous les habitats il s'agit de (*Vanessa cardui*, *Pieris rapae*, *Colias corcea*, *Danaus Chrysippus*(L.) et *Euchloe charlonia* et *Pontia daplidice*) et présentent 86.04 % de tous les individus comme rapporté par (Thomas *et al.*, 1998).

Les amplitudes d'habitats des espèces de papillons ont été calculées à partir de leur présence dans les relevés afin de pouvoir comparer les catégories d'espèces en fonction des résultats obtenus, nous avons classé les communautés de papillons identifiées en espèces généralistes ou en spécialistes dont la diversité est due soit à la structure des paysages soit aux comportements des espèces elles-mêmes.

Le statut écologique constituant les communautés des espèces de papillons par l'utilisation de l'analyse des classes de constance ; accidentelles, accessoires ; régulières et constante leurs appartenance à telle ou telle catégorie varie selon les espèces les années et les cultures.

La moitié des espèces dans les cinq types de cultures en milieu agricole font partie de la catégorie des espèces rares, par contre elles sont majoritaires dans les trois stations du milieu naturel.

Les courbes de vols des espèces de papillons de jours dans le milieu agricole ont été choisies sur la base de leurs ordres d'arrivée chronologiques et leurs barycentres g.

Il ressort de nos résultats que la piéride de la rave *Pieris rapae* est l'espèce primo arrivée dans les quatre types de cultures, aussi ce papillon ait des abondances en avril-mai et juin-juillet cependant elle vient en deuxième position dans les verges arboricoles après *Colias corcea* .

L'analyse de communauté de rhopalocères en milieu naturel montre que ce n'est pas la même espèce qui vient en premier dans les trois stations de ce biotope.

Il est à signaler que *Vanessa cardui*, *Danaus Chrysippus*(L.) et *Euchloe charlonia* arrivent en 1^{er} lieu, respectivement dans les forêts , les steppes et les milieu rudérale.

V.5 Statut de protection et perspectives de conservation.

Aujourd'hui le monde connaît une perte accélérée de biodiversité que de nombreux spécialistes n'hésitent pas à qualifier de 6ième extinction de masse. Cette menace touche tous les compartiments du vivant dont le groupe très diversifié des insectes, parmi lesquels figurent les papillons diurnes et les zygènes. Cette tendance globale n'épargne bien évidemment pas les régions (Berquier and Andrei-Ruiz, 2017).

Le déclin des populations d'invertébrés est dû à de nombreux facteurs, notamment ceux liés aux activités humaines. S'ils peuvent être aisément mis en évidence, il en est d'autres plus difficilement décelables. Les modifications de populations survenant suite aux changements climatiques sont-elles peu perceptibles (Gaspar, 1987).

Les papillons sont de plus en plus rares. Ce déclin alarmant est récent et résulte principalement de la pression humaine sur les milieux naturels (Albouy, 2001) concernant les papillons de jour, près du tiers sont en déclin et 9 p. cent menacés d'extinction (Leraut, 2012).

En plus de l'homme Les Lépidoptères sont capturés par de nombreux animaux ; mammifères, oiseux, reptiles, batraciens, insectes, araignées. Ils sont capturés en plein vol, au sol ou lorsqu'ils sont posés sur une plante, et leurs chenilles jouent un rôle primordial dans les chaînes alimentaires terrestres : nombreuses et faciles à capturer, elles constituent un maillon

essentiel de l'écosystème. La majorité des oiseaux, par exemple, élèvent leurs jeunes pendant la période de développement des chenilles (Loyer and Petit ,1994).

l'utilisation anthropique intensive de l'espace (Pageaud, 2009) ,entraîne une perte de dans le fonctionnement du milieu, en empêchant notamment la dispersion des individus et en modifiant les interactions entre espèces (Steffan-Dewenter and Tschardtke, 2002).

Cette fragmentation induit ainsi une réduction parfois très importante de la connectivité entre les populations et provoque leur fragilisation. Ainsi, l'isolation des populations est l'une des causes principales du déclin de certaines espèces d'invertébrés, notamment celles qui fonctionnent en métapopulations (Baguette, 2004), pour certaines espèces d'insectes, la fragmentation combinée à d'autres phénomènes, tels que la pollution ou le réchauffement climatique, joue un rôle insidieux aux effets difficilement évaluables, notamment en limite d'aire de répartition (Bourn and Thomas, 2002).

Cette fragmentation a pour origine l'action conjuguée d'un arrêt de pratiques agricoles ancestrales bénéfiques aux espèces aussi bien en milieux secs que dans les zones humides (Dupont and Bachelard, 2010), et d'une dégradation anthropique de la qualité de l'habitat (amendement, drainage...), voire d'une destruction des stations favorables (Jeanneret *et al.*, 2003). (Ormelingen *et al.*, 1983; Gaspar, 1987) ont montré que la transformation des forêts en terres cultivées appauvrissait l'entomofaune au point de vue spécifique mais en plus la banalisait (peu d'espèces, beaucoup d'individus).

En effet , (Jeanneret *et al.*, 2003) ont signalé que la fragmentation des habitats notamment par l'agriculture et l'urbanisation intensive impacte actuellement la structure spatiale des populations.

La sauvegarde du monde animal implique à la fois l'adoption d'une éthique et la passion de la recherche. Les papillons pâtissent de la dégradation de l'environnement et disparaissent inexorablement (Leraut, 1992).

De nombreuses espèces des milieux ouverts, même « communes », sont en régression (van Swaay *et al.*, 2010). 57% des papillons de jour ont disparu durant les six dernières décennies, en les protégeant, nous sauverons des centaines d'espèces d'invertébrés invisibles ou inconnus (Boutin *et al.*, 1991).

De plus en plus dans plusieurs pays, des cris d'alarme sont lancés pour protéger les invertébrés. Plusieurs publications récentes dressent des listes rouges d'insectes menacés de disparition (Gaspar, 1987) .

La législation tente de sauvegarder certaines espèces, mais il n'est pas judicieux de concentrer les efforts que sur des localités à haute richesse spécifique et/ou avec liste rouge, car seule la

protection des milieux naturels dans lesquels elles vivent pourra être une solution à long terme (Franzén and Ranius, 2004).

Notre travail témoigne certaine richesse en espèces, mais aussi pour mettre en évidence l'importance écologique de cette région ainsi que le rôle de sa préservation, une exploitation très approfondie au niveau de cette région pourrait nous permettre de trouver de nouveaux taxons.

Quant à leurs statuts de protection, nous nous sommes basés sur la liste des espèces protégées par le décret 83-509 du 20 août 1983 et l'arrêté du 17 janvier 1995 et le décret exécutif n° 12-235 du 3 Rajab 1433 correspondant au 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées (SGG, 2012) ; alors qu'au niveau international, nous nous sommes référés à la liste rouge de l'IUCN. (Numa *et al.*, 2016b). Un total de 06 espèces protégées en Algérie il est question de *Iphiclides feisthamelii*, *Colias crocea*, *Vanessa atalanta*, *Papilio machaon*, *Polyommatus icarus* et *Melanargia galathea*

Toutes les espèces recensées dans notre étude, ont des préoccupations mineures selon la liste rouge de l'IUCN.

Pour réaliser la gestion de la faune des rhopalocères, nous jugeons qu'il sera nécessaire :

- de constituer des banques de données fonctionnelles au niveau régional. Elles devront être compatibles et connectées entre elles ;
- d'établir des cartes départementales de répartition des espèces ;
- de mettre en évidence des groupes écologiques d'espèces rhopalocères, des milieux terrestres et de définir les milieux à gérer ;
- La gestion de ces milieux implique un suivi scientifique et des moyens financiers.
- que la surveillance des réactions des différentes espèces aux actions menées dans le cadre de la gestion soit suivie par des scientifiques.
- La mise en œuvre d'évaluations précises et fiables sur l'état de la biodiversité à l'échelle régionale est aujourd'hui un enjeu important pour estimer l'ampleur du phénomène et pouvoir mettre en œuvre des actions de conservation ciblées et efficaces, notamment sur les groupes les plus sensibles (Berquier and Andrei-Ruiz, 2017).

CONCLUSION ET
PERSPECTIVES

VI. Conclusion

Le suivi mensuel conduit d'avril 2015 jusqu'au décembre 2016 dans des milieux agricoles et naturels de la région de M'sila a permis de recueillir 19 espèces de rhopalocères appartenant à cinq familles (Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae, Hesperidae et Lycaenidae). Une nette domination avec 07 espèces de la famille des Nymphalidae.

Les milieux agricoles et forestiers possèdent presque la même richesse totale qui est de 15 et 16 espèces respectivement par contre en steppes uniquement 08 espèces ont été répertoriées.

Quant au milieu rudérale 09 espèces ont été trouvées.

En effectifs des captures, le milieu agricole par ses cinq types de cultures est le milieu le plus riche avec 684 individus suivit par le forêt avec 345 individus et 65 et 45 individus notée dans les deux milieux rudérale et steppique.

Le nombre des individus varie d'une famille à une autre il est de 07 individus qui appartient à la famille Hesperidae et enregistre son maximum de 714 individus dans la famille des Pieridae. Parallèlement on note que les familles de Pieridae et Nymphalidae totalisent 92 % soit plus de trois quarts de la faune globale.

Les fréquences centésimales des espèces de rhopalocères dans les quatre milieux d'étude révèlent que les deux espèces *Pieris rapae* et *Vanessa cardui* sont les plus fréquentes dans les différentes stations d'étude. Durant les deux années d'échantillonnage leurs effectifs sont les plus riches et les plus dominants dans tous les effectifs des espèces de papillons capturés avec des pourcentages très significatifs.

L'étude de la constante de chaque espèce révèle que le nombre des espèces rares est le plus élevé dans toutes les stations d'étude.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver « H' » varie 1.652 (des habitats de steppe) à 2.038 (des habitats de forêt) qui semble être les habitats les plus diversifiés.

Pour conclure, nous pouvons affirmer que dans l'état actuel des connaissances de la faune rhopalocères pour M'sila, les forêts comptent certainement parmi les sites les plus remarquables. Il est cependant nécessaire d'y approfondir nos connaissances sur l'entomofaune ; celles-ci permettront de mieux comprendre le fonctionnement écologique du site et contribueront à assurer la gestion conservatoire de ce riche patrimoine naturel.

En perspectives, des études complémentaires sur la diversité des rhopalocères sont souhaitables pour compléter la liste des espèces dans tout la région de M'sila et de tirer des renseignements essentiellement sur leur répartition spatio-temporelle. De même des études

écologiques de structure doivent être envisagées pour ce groupe d'indicateurs biologiques. Une protection de ces insectes utiles doit être conduite pour garder un meilleur équilibre écologique dans leurs biotope de vie.

Ce travail reste encore incomplet. Nous envisageons d'élargir nos échantillonnages à d'autres régions de l'Algérie et faire une étude détaillée de chacune des espèces inventoriées.

En revanche, dans les perspectives nous proposons quelques recommandations :

- Pour mieux comprendre la rhopalofaune, il serait intéressant de faire une étude du recouvrement végétale par télédétection couplé avec des inventaires de papillons de jours dans l'ensemble de la wilaya de M'sila.
- Une étude à long terme de l'évolution des rhopalocères des différents écosystèmes.
- Estimer la densité de papillons de jours par rapport à celle de leurs plantes hôtes pour mieux cerner l'action liée à l'anthropisation.
- Faire un inventaire des rhopalocères le long d'un transect nord-sud en fonction de variations climatiques de la région pour déterminer l'impact du climat sur la densité des papillons de jours.
- Envisager de développer des études sur les rhopalocères à différents niveaux à l'échelle nationale.
- Etablir des cartes de répartition fine des espèces algériennes.
- Approfondir les travaux systématiques même s'il faudrait utiliser de nouvelles techniques comme la biologie moléculaire pour déterminer les espèces et sous-espèces.
- il est néanmoins intéressant de noter que la mise en place du programme de surveillance de la biodiversité basé sur des stratégies d'échantillonnage à travers tout le pays mène à la découverte d'espèces peu répandues, voire très localisées.

Enfin. Il serait nécessaire d'engager une stratégie nationale de conservation de ce taxon fragile et oublié.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Albouy, V., Baliteau, L., 2013. PAPILLONS. Ed. Glénat, Grenoble, 127 p.
2. Albouy, V., Verdier, J.-L., 2001. Les papillons par la couleur: guide d'identification. Minerva, Genève (Suisse), 197p.
3. Allache, F., Houhou, M., Osmane, I., Naili, L., Demnati, F., 2012. Suivi de l'évolution de la population de *Tuta absoluta* Meyrick (Gelichiidae), un nouveau ravageur de la tomate sous serre à Biskra. *Entomologie Faunistique–Faunistic Entomology* 65, 149-155.
4. André, J.-M., Bence, S., Philippe Bachelard, Yoan Braud, Philippe Bricaire, Raphael Colombo, Joss Deffarges, Henri Descimon, Eric Drouet, Olivier Jonquet, Nicolas Maurel, Audrey Pichard, Sonia Richaud, Marielle Tardy, Bence, S., 2016. LISTE ROUGE DES RHOPALOCERES ET ZYGENES DE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR.
5. Anonyme, 1991. Des biotopes à papillon. *Panda* 45, 20–23.
6. Anonyme, 2002.
7. Anonyme, 2008a.
8. Anonyme, 2008b. Connaitre et accueillir les papillons de Bretagne. 20p.
9. Anonyme, 2011. CARTE D'OCCUPATION DU SOL WILAYA DE M'SILA , Notice explicative. In: DRAINAGE, I.N.D.S.D.L.I.E.D. (Ed.), p. 15.
10. Anonyme, 2016.
11. Atauri, J.A., de Lucio, J.V., 2001. The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. *Landscape ecology* 16, 147-159.
12. Aviron, S., Jeanneret, P., Schüpbach, B., Herzog, F., 2007. Effects of agri-environmental measures, site and landscape conditions on butterfly diversity of Swiss grassland. *Agriculture, ecosystems & environment* 122, 295-304.
13. Bagnouls, F., Gaussen, H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. de Géogr* 355, 193-220.
14. Baguette, M., 2004. The classical metapopulation theory and the real, natural world: a critical appraisal. *Basic and Applied Ecology* 5, 213-224.
15. Barbault, R., 1997. *Ecologie générale: structure et fonctionnement de la biosphère*. Masson, p. 286.
16. Beccaloni, G.W., Gaston, K.J., 1995. Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71, 77-86.
17. Benamor, N., 2014. Contribution à l'étude écologique de la gazelle de Cuvier *Gazella cuvieri* (Ogilby, 1841) dans l'est de l'Algérie. Magister thesis, ENS de Kouba, Alger.
18. Benkhelil, M.-L., 1992. Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre.
19. Berkane, S., 2011. Diversité et écologie des papillons de jour du Parc national de Taza (Jijel). Mém. Magister en analyse de l'environnement et biodiversité, Béjaia, p. 152.
20. Berquier, C., Andrei-Ruiz, M.-C., 2017. Liste rouge des Papillons diurnes et Zygfne de Corse. Office de l'Environnement de la Corse & DREAL de Corse. Corte. 12pp.
21. Bianchi, F.J., Booij, C., Tscharrntke, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 273, 1715-1727.
22. Biche, M., Sellami, M., Libois, R., Yahiaoui, N., 2001. Regime alimentaire du Grand-Duc du désert, *Bubo ascalaphus*, dans la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila, Algérie). *Alauda* 69, 554-557.
23. Blair, R.B., Launer, A.E., 1997. Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological conservation* 80, 113-125.
24. Blandin, P., Mollon, A., Nataf, L., 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'Ecologie* 17, 211-307. .
25. Blondel, J., 1979. *Biogéographie et écologie*. Masson, Paris, 173p.
26. Bonneil, P., 2005. Diversité et structure des communautés de Lépidoptères nocturnes en chênaie de plaine dans un contexte de conversion vers la futaie régulière. *Museum national d'histoire naturelle-MNHN PARIS*.
27. Borges, A., Mothiron, P., 2011. Lépidoptères des forêts. *Insecte*, 34 – 36 p.
28. Boubou, M., 2007. Contribution to the data clustering methods via pretopological approaches and of opinions aggregation. Université Claude Bernard - Lyon I.

29. Bounaceur, F., Boualem, A., Benamor, N., Fellous, A., Benkheira, A., Bissaad, F.Z., Aulagnier, S., 2016. Updated distribution and local abundance of the endangered Cuvier's gazelle (Mammalia, Bovidae) in Algeria. *Folia Zoologica* 65, 233-238.
30. Bourn, N.A., Thomas, J., 2002. The challenge of conserving grassland insects at the margins of their range in Europe. *Biological Conservation* 104, 285-292.
31. Boutin, m., Poiret, p., Reille, a., Zuber, c., Dumond, j.-b., Sourd, c., Terrasse, j.-f., Todisco, m., 1991. Les papillons. Ed. WWF International copyright, Paris, N° 45 : 35p.
32. Boyce, M.S., McDonald, L.L., 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology & Evolution* 14, 268-272.
33. Brown Jr, K.S., Freitas, A.V.L., 2000. Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32, 934-956.
34. Carcasson, R.H., 1964. A PRELIMINARY SURVEY OF THE ZOOGEOGRAPHY OF AFRICAN BUTTERFLIES. *African Journal of Ecology* 2, 122-157.
35. Carter, D., 2000. *Butterflies and Moths*. London.
36. Carter, D., 2001. *Papillons*. Ed. Yves Verbeek, Mathilde Majorel, Signapour.
37. Chebouti-Meziou, N., Doumandji, S., Chebouti, Y., 2011. L'Entomofaune Saisonnière du Pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la Steppe Centrale de l'Algérie. *Silva Lusitana* 19, 1-9.
38. Chinery, M., 1988. *Insectes d'Europe Occidentale*. Paris.
39. Chinery, M., Cuisin, L., 1994. *Les papillons d'Europe*. Paris (France): Delachaux et Niestlé.
40. Chinery, M., Cuisin, M., 1994. *Les papillons d'Europe (Rhopalocères et Hétérocères diurnes)*. Delachaux et Niestlé, Paris, 320 p.
41. Chinery, M., Leraut, P., 1998. *Photo-guide des papillons d'Europe*. Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 679p Delachaux et Niestlé.
42. Claude, A., 1995a. Les papillons en forêt. *Rev.FOR.Fr XLVII*, 170-172.
43. CLAUDE, A., 1995b. Les papillons en forêt. *Revue Forestière Française*.
44. Clergeau, P., 1993. Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune. *Gibier faune sauvage* 10, 47-57.
45. Colignon, P., Haubruge, E., Hastir, P., Gaspar, C., Francis, F., 2001. Effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en culture maraichères de plein champ. *Parasitica* 56, 59-70.
46. Cote, S., 2000. Commencer sa collection d'insecte Technique comment étaler un papillon.
47. Daget, J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*.
48. Daget, P., 1977. Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* 34, 87-103.
49. Dajoz, R., 1975. *Précis d'écologie*. Dunod.
50. Dajoz, R., 1996. *Précis d'écologie*. Dunod, Paris, 551 p.
51. Dajoz, R., 2007. *Les insectes des forêts. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. 2nd ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, France.
52. Delaunay, G., 1982. Contribution à la mise au point de méthodes de suivi des populations d'Ongulés de haute montagne en milieu protégé: étude sur le Chamois dans le Parc National des Ecrins. *Univ. Rennes I*, 280p.
53. Demerges, D., 2003. Voici pourquoi vous allez compter les papillons ; méthode et appel à contribution. *Espaces naturels*.
54. Demerges, D., Bachelard, P., 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. *Réserves Naturelles de France et Office Pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon, Quétigny, France*, 29p.
55. Dennis, R.L., 2004. Butterfly habitats, broad-scale biotope affiliations, and structural exploitation of vegetation at finer scales: the matrix revisited. *Ecological Entomology* 29, 744-752.
56. Devarenne, M., 1981. Contribution a l'etude des Rhopaloceres d'Algerie (Lepidoptera). *Alexanor*.
57. Doumandji, S., Doumandji-Mitiche, B., 1994. *Ornithologie appliquée à l'agronomie et à la sylviculture*.
58. Doumandji, S., Doumandji-Mitiche, B., Meziou, 1993. Les Orthoptéroïdes de la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila, Algérie). *Bull. Soc. entomol. France* 98, 458.
59. Dover, J., Settele, J., 2009. The influences of landscape structure on butterfly distribution and movement: a review. *Journal of Insect conservation* 13, 3-27.

60. Dover, J., Sparks, T., Greatorex-Davies, J., 1997. The importance of shelter for butterflies in open landscapes. *Journal of Insect Conservation* 1, 89-97.
61. Dreux, P., 1980. *précis d'écologie*. Presse universitaire de France, Paris, 231 p.
62. Duelli, P., 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, ecosystems & environment* 62, 81-91.
63. Dupont, P., Bachelard, P., 2010. Pâturage ou fauche ? Le cas de la gestion conservatoire de l'azuré des mouillères dans les zones humides. *Pastoralisme et entomofaune*. C. éditeur : 61-69.
64. Duvigneaud, P., 1980. *La synthèse écologique*. Ed. Doin, Paris.
65. Emberger, L., 1930. La Végétation de la région méditerranéenne Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gen. Bot* 42, 641-662 et 705-721
66. Emberger, L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot., Geol., Zool.Fac. Scien* 7, 3-43.
67. Falissard, B., 2005. *Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie*. Ed. Elsevier Masson, Paris, 372 p. (DEPRECIATED).
68. Farhi, B., 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. Université Abderrahman MIRA Béjaia, 98pp., Béjaia.
69. Faure, E., 2007. Suivi de milieux ouverts dans le Parc naturel régional du Luberon par les papillons de jour (Rhopalocères) bioindicateurs. *Soc. His. Nat. Alcide-d'Orbigny*, 17p.
70. Faurie, C., Medori, P., Ferra, C., 1977. *Écologie*. Éd. Baillière J. B., Paris.174p.
71. Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., 1984. *Écologie*. Ed. J.B. Baillière, Paris, p. 162.
72. Fermon, H., Waltert, M., Larsen, T., Dall'Asta, U., Mühlenberg, M., 2000. Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Côte d'Ivoire. *Journal of Insect Conservation* 4, 173-188.
73. Frahtia, K., 2005. Contribution à l'étude des Lépidoptères dans la région d'El-Kala. Diversité, déterminisme de la répartition et dynamique post-incendie des peuplements de Rhopalocères. Mémoire de Magistère, Université d'Annaba.
74. Franzén, M., Ranius, T., 2004. Occurrence patterns of butterflies (Rhopalocera) in semi-natural pastures in southeastern Sweden. *Journal for Nature Conservation* 12, 121-135.
75. Gaspar, C., 1987. Protection ou gestion des Invertébrés. *Cahiers de Liaison OPIE* 21, 7-16.
76. Gonzalez, D., Pinto, L., Sousa, D., Oliveira, I., Oliveira, P.S., 2017. Butterfly Species Richness and Diversity on Tourism Trails of Northeast Portugal. *Journal of Entomological Science* 52, 248-260.
77. Greenslade, P., 1992. Conserving invertebrate diversity in agricultural, forestry and natural ecosystems in Australia.--p. 297-312.
78. Grossmueller, D.W., Lederhouse, R., 1987. The role of nectar source distribution in habitat use and oviposition by the tiger swallowtail butterfly. *Journal of the Lepidopterists' Society* 41, 159-165.
79. Guilbot, R., Albouy, V., 2004. *Les papillons*. Paris.
80. Hadjab, M., BENKHEIRA, A., CHICOUCHE, A., 2016. LA PRÉSERVATION DE LA RESERVE D'EL MERGUEB (M'SILA-ALGERIE). *Analale Universitatii Bucuresti. Seria Geografie*.
81. Hallal, F., 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 (Béjaia). Thèse d'Ingéniorats en Ecologie et Environnement, Université Abderrahman MIRA Béjaia, 105 p, Béjaia
82. Hammer, Ø., Harper, D., Ryan, P., 2001. PAST-Palaeontological statistics. [www. uv. es/~pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past. pdf](http://www.uv.es/~pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past.pdf), acessado em 25, 2009.
83. Hammond, P.C., Miller, J.C., 1998. Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. *Annals of the Entomological Society of America* 91, 323-328.
84. Hardy, P.B., Sparks, T.H., Isaac, N.J., Dennis, R.L., 2007. Specialism for larval and adult consumer resources among British butterflies: implications for conservation. *Biological Conservation* 138, 440-452.
85. Henle, K., Davies, K.F., Kleyer, M., Margules, C., Settele, J., 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity & Conservation* 13, 207-251.

86. Hewitt, G.M., 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological journal of the Linnean Society* 68, 87-112.
87. Higgins, L.G., Hargreaves, B., Lhonoré, J., 1991. Guide complet des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé.
88. Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54, 427-432.
89. Holder, E., 2004. Etude et gestion de la population de damier de la succise (*Euphydras aurinia*) du Venec (Finistère). SEPNB ; 26
90. Horner-Devine, M.C., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Boggs, C.L., 2003. Countryside biogeography of tropical butterflies. *Conservation Biology* 17, 168-177.
91. Houard, X., 2006. Inventaire des Rhopalocères (Rhopalocera) des pelouses calcicoles d'Évreux et commentaires sur la disparition présumée de certaines espèces *Bulletin Société Linnéenne de Normandie* 119, 75-85.
92. Idder-Ighili, H., 2008. Interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien).
93. Iganaki, H., 1967. Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu* 18, 153-166.
94. Jaulin, S., Baillet, Y., 2007. Identification et suivi des peuplements de Lépidoptères et d'Orthoptères sur l'ENS du Col du Coq-Pravouta. Rapport d'étude de l'OPIE-LR, Perpignan.
95. Jeanneret, P., Schüpbach, B., Luka, H., 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98, 311-320.
96. Jonsen, I.D., Fahrig, L., 1997. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape Ecology* 12, 185-197.
97. Kaabache, M., 1990. Les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie) essai de synthèse sur la végétation du Maghreb. Thèse Doctorat Uni paris sud ORSAY. 1990, 134p.
98. Kaabeche, M., 2004. Étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve d'El Mergueb (Wilaya de M'sila, Algérie). DGF, p. 45.
100. Kacha, S., 2018. Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie). Thèse de doctorat de Troisième cycle en écologie et préservation des écosystèmes terrestres, Université Ibn Khaldoun –Tiaret, p. 216.
101. Kacha, S., Adamou-Djerbaoui, M., Marniche, F., De Prins, W., 2017. The richness and diversity of Lepidoptera species in different habitats of the national Park Theniet El Had (Algeria). *Journal of Fundamental and Applied Sciences* 9, 746-769.
102. Katbeh-Bader, A., Amr, Z.S., Baker, M.A., Mahasneh, A., 2003. The butterflies of Jordan. na.
103. Kherris, T., 2001. Manuel d'une préparation d'une collection d'insectes.
104. Kowalski, K., Rzebiak-Kowalska, B., 1991. Mammals of Algeria.
105. Lafranchis, T., Geniez, P., 2000. Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Biotope Editions.
106. Lafranchis, T., Jutzeler, D., Guillosson, J.-Y., Kan, P., Kan, B., 2015. La vie des papillons: écologie, biologie et comportement des Rhopalocères de France. Diatheo.
107. Laouar, S., 2010. État de la Biodiversité en Algérie. Colloque: L'efficacité des évaluations environnementales dans l'atteinte des objectifs du développement durable-Application à la gestion de la biodiversité.
108. Le Houérou, H.-N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes, Institut agronomique méditerranéen de Montpellier; Agence de coopération culturelle et technique.
109. Leraut, P., 1992. Les papillons dans leur milieu. Bordas, France, 256 p.
110. Leraut, P., 2000. Le guide entomologique. Edition Delachaux & Niestlé. 527p. 418-448.
111. Leraut, P., 2012. où les papillons passent-ils l'hiver 100 clés pour comprendre les papillons. Ed. Quae. France, 143p.
112. Loyer, B., Petit, D., 1994. 100 Papillons faciles à voir. Ed. Nathan, 159p.
113. Macqueen, A., Wallace, M., Doube, B., 1986. Seasonal changes in favourability of cattle dung in central Queensland for three species of dung-breeding insects. *Australian Journal of Entomology* 25, 23-29.
114. Maes, D., Van Dyck, H., 2005. Habitat quality and biodiversity indicator performances of a threatened butterfly versus a multispecies group for wet heathlands in Belgium. *Biological conservation* 123, 177-187.
115. Magurran, A., 2004. Measuring Biological Diversity. Oxford, RU: Blackwell Publishing, 215p.

116. Magurran, A.E., 1988. Why diversity? , Ecological diversity and its measurement. Springer, pp. 1-5.
117. Majumder, J., Lodh, R., Agarwala, B., 2013. Butterfly species richness and diversity in the Trishna Wild-life Sanctuary in South Asia. Journal of insect science 13, 79.
118. Manil, L., Henry, P.-Y., Lerch, A., Edelist, C., Ancrenaz, K., Gaboly, M., Fontaine, B., Lorrillière, R., Julliard, R., 2008. Suivi Temporel des Rhopalocères de France Bilan 2006-2007. Rapport non publié.
119. Médail, F., Diadema, K., 2006. Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation: approches macro et micro-régionales. Annales de géographie. Armand Colin, pp. 618-640.
120. Merit, X., 2015. Contribution to the knowledge of the butterflies of Bulgaria (Rila and Pirin National Parks and surroundings) in July/August 2013 (Lepidoptera: Papilionoidea). Lépidoptères - Revue des Lépidoptéristes de France. 24, 71-80.
121. Mohammedi, Z., Atik, F., 2014. Hemolytic activity of different herbal extracts used in Algeria. Int J Pharm Sci Research 5, 8495-8494.
122. Montesinos, J.L.V., 1985. Diversity and Species Richness of Butterflies and Skippers in Central Spain Habitats. 24, 364-371.
123. Motomura, I., 1932. A statistical treatment of ecological communities. Zoological Magazine 44, 379-383.
124. Mouhouche, S., Fazia, SAHARAOU, L., DIH, D., 1996. Contribution à l'étude des noctuelles (Lepidoptera- Noctuidae), dans la région du littoral ouest algérien (Staoueli).
125. Moulai, R., 2016. MOULAÏ R. – Les Papillons de jours (Lepidoptera-Rhopalocera), outils de diagnostic des habitats en Algérie. Colloque National sur la Biodiversité en Algérie, Université de Batna 2, le 22 mai 2016.
126. New, T., Pyle, R., Thomas, J., Thomas, C., Hammond, P., 1995. Butterfly conservation management. Annual review of entomology 40, 57-83.
127. Numa, C., van Swaay, C., Wynhoff, I., Wiemers, M., Barrios, V., Allen, D., Sayer, C., Munguira, M.L., Balletto, E., Benyamini, D., 2016a. The status and distribution of Mediterranean butterflies. IUCN.
128. Numa, C., van Swaay, C., Wynhoff, I., Wiemers, M., Barrios, V., Allen, D., Sayer, C., Munguira, M.L., Balletto, E., Benyamini, D., 2016b. The status and distribution of Mediterranean butterflies.
129. Oberthür, C., 1876. Études d'entomologie. Faunes entomologiques, descriptions d'insectes nouveaux ou peu connus, par Charles Oberthür. Oberthür.
130. Oberthür, C., 1915. Faune des lépidoptères d'Algérie. Etudes de Lépidoptérologie comparée, X, 07-195.
131. Oostermeijer, J., Van Swaay, C., 1998. The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. Biological conservation 86, 271-280.
132. Ormelingen, W.v., Frankinet, M., Thirion, C., Gaspar, C., 1983. Influence des pratiques culturelles sur la faune des coléoptères épigés. Annales-Société royale zoologique de Belgique.
133. Ouchen, S., Meskaldji, A., 2018. Etude de la biodiversité des Rhopalocères (Insecta: Lépidoptères) Dans la région de Constantine., Mémoire de Master en Biologie Animale. UFM Constantine, p. 56.
134. Ouin, A., Burel, F., 2002. Influence of herbaceous elements on butterfly diversity in hedgerow agricultural landscapes. Agriculture, ecosystems & environment 93, 45-53.
135. Owen, D., 1975. Estimating the abundance and diversity of butterflies. Biological Conservation 8, 173-183.
136. Pageaud, D., 2009. Les espaces artificialisés par département. Indicateur territorial de développement durable. Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques (SOeS), DATAR – Observatoire des Territoires.
137. Pestmal-Sainsauveur, R.D., Louviot, B., 1978. Comment faire une collection de papillons et autres insectes. Ouest-France, Paris, 171p.
138. Pollard, E., 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. Biological conservation 12, 115-134.
139. Pollard, E., 1982. Monitoring butterfly abundance in relation to the management of a nature reserve. Biological Conservation 24, 317-328.
140. Pollard, E., Yates, T.J., 1994. Monitoring butterflies for ecology and conservation: the British butterfly monitoring scheme. Springer Science & Business Media.
141. Ramade, F., 1984. Élément d'écologie fondamentale. Ed. Mc. GRAW-HILL. Paris. 397p.
142. 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. Zoologie. These de Doctorat en sciences agronomiques (Zoologie) Alger, p. 238.

143. Remini, L., Moulaï, R., 2015. Diversity and structure of butterfly populations in agro-ecosystems of Mitidja (Algeria). *Zoology and Ecology* 25, 355-364.
144. Robyns, W., 1969. Une classification générale nouvelle des grands bioclimats saisonniers de la terre. *Vegetatio* 18, 368-373.
145. Rosenberg, D.M., Danks, H., Lehmkuhl, D.M., 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* 10, 773-783.
146. Rothschild, L., Hartert, E., Jordan, K., 1920. Algerian lepidoptera. Explanation of figures on plate. *Novitates Zoologicae* 27, 544.
147. Saad, A., Bounaceur, F., 2018. Diversity of Lepidoptera (Rhopalocera) in natural and modified habitats of Bousaâda, Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences* 7, 79-83.
148. Saidi, A., 2013. Contribution à l'étude de la relation fleurs-papillons de jours au Parc National de Gouraya , Bejaïa, Thèse master Sciences Biologiques de l'Environnement, Univ. Bejaïa. 3-14 p.
149. Samraoui, B., 1993. Migration of the African monarch *Danaus chrysippus* (L.) and the African migrant *Catopsilia florella* (Fabr.) in Mauritania (Lepidoptera: Danaidae, Pieridae). *Nota Lepidopterologica* 16, 68-70.
150. Samraoui, B., 1996. Breeding status and range expansion of *Danaus chrysippus* (Linnaeus, 1758) in the Algerian Sahara (Lepidoptera: Nymphalidae Danainae). *Nota Lepidopterologica* 19, 261-263.
151. Samraoui, B., 1998a. Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera (Lepidoptera) in north-eastern Algeria. *Nachr.entomol.Ver. Appollo, N.F* 19, 285-298.
152. Samraoui, B., 1998b. Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera in north-eastern Algeria. *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo (NF)* 19, 285-298.
153. Samraoui, B., Benyacoub, S., 1991. A large migration of the plain tiger, *Danaus chrysippus* L., through northeastern Algeria (Lepidoptera: Danaidae). *Nota Lepidopterologica* 14, 99-100.
154. Sawchik, J., Dufrêne, M., Lebrun, P., 2003. Estimation of habitat quality based on plant community, and effects of isolation in a network of butterfly habitat patches. *Acta Oecologica* 24, 25-33.
155. Sawchik, J., Dufrêne, M., Lebrun, P., 2005. Distribution patterns and indicator species of butterfly assemblages of wet meadows in southern Belgium. *Belgian journal of zoology* 135, 43-52.
156. Schweiger, O., Harpke, A., Wiemers, M., Settele, J., 2014. CLIMBER: Climatic niche characteristics of the butterflies in Europe. *ZooKeys*, 65.
157. Seastedt, T., Crossley, D.J., 1984. The influence of arthropods on ecosystems. *Bioscience* 34, 157-161.
158. Sellami, M., 1998. La gazelle de Cuvier *Gazella cuvieri* (Ogilby, 1841) en Algérie. Statut et premiers éléments d'écologie, données sur le régime alimentaire dans la Réserve Naturelle de Mergueb (M'Sila). PhD thesis, Institut National Agronomique, Algier: 1-154.
159. Sellami, M., BAZI, A., KLAAS, K., 1992. Le peuplement avien de la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila). *L'oiseau et RFO* 62, 279-286.
160. Sellami, M., Belkacemi, H., 1989. Le régime alimentaire du Hibou grand-duc *Bubo bubo* dans une réserve naturelle d'Algérie: le Mergueb. *Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* 59, 329-332.
161. Sériziat, C.V.E., 1884. Catalogue des Lépidoptères des environs de Collo. *Bull. Acad. Hippone* 20, 91-109.
162. SGG, A., 2012. Executive decree N 12-235 of the 3 Rajab 1433 correspondent at 24 May 2012 fixing the list of the nondomestic animal species protected. In: Government, T.G.S.o.t. (Ed.). Official printing works, EPIC, pp. 05-11.
163. Stefanescu, C., Herrando, S., Páramo, F., 2004. Butterfly species richness in the north-west Mediterranean Basin: The role of natural and human-induced factors. *Journal of biogeography* 31, 905-915.
164. Stefanescu, C., PUIG-MONTSERRAT, X., Samraoui, B., Izquierdo, R., Ubach, A., Arrizabalaga, A., 2017. Back to Africa: autumn migration of the painted lady butterfly *Vanessa cardui* is timed to coincide with an increase in resource availability. *Ecological entomology* 42, 737-747.
165. Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., 2002. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands—a mini review. *Biological conservation* 104, 275-284.
166. Still, J., 1996. Voir les papillons. Italie.
167. Still, J., Ovendene, D., Sterry, P., 1996. Voir les papillons Italie, 255 p.
168. Tankoano, H., 2007. Biodiversité des arthropodes du sol dans la province du Sammatenga au Burkina Faso. Mémoire D.E.A., Inst. Deve Rura. Burkina Faso, 73p.
169. TARRIER, M., Delacré, J., 2008. Les Papillons de jour du Maroc. Mèze: Biotope.

170. TARRIER, M.R., BENZYANE, M., 2003. L'arganeraie marocaine se meurt: problématique et bio-indication. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 14, 60-62.
171. TAYLOR, P.D., FAHRIG, L., HENEIN, K., MERRIAM, G., 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 571-573.
172. TENNENT, J., 1995. *Danaus chrysippus* Linnaeus, 1758; and present status. *Nota Lepid* 17, 201-2016.
173. TENNENT, J., 1996. The butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia. Gem Pub. Co.
174. TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M., SCHWAGER, M., JELTSCH, F., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of biogeography* 31, 79-92.
175. THOMAS, C.D., JORDANO, D., LEWIS, O.T., HILL, J.K., SUTCLIFFE, O.L., THOMAS, J.A., 1998. Butterfly distributional patterns, processes and conservation. *Conservation in a changing world*, 107.
176. THOMAS, J., 1995. The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. *Ecology and conservation of butterflies*. Springer, pp. 180-197.
177. THOMAS, J., SIMCOX, D., HOVESTADT, T., 2011. Evidence based conservation of butterflies. *Journal of Insect Conservation* 15, 241-258.
178. TOLMAN, T., LEWINGTON, R., 1999. *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. ED. Delachaux & Niestlé, Paris, 320 p.
179. TOLMAN, T., LEWINGTON, R., 2010. *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord: 440 espèces illustrées en 2.000 dessins en couleurs*. Delachaux et Niestlé.
180. TREMBLAY, M., 2003. *Collection et conservation*. Ed. Insectarium de Montréal.
181. VAN DYCK, H., VAN STRIEN, A.J., MAES, D., VAN SWAAY, C.A., 2009. Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. *Conservation Biology* 23, 957-965.
182. VAN HALDER, I., BARBARO, L., JACTEL, H., 2011. Conserving butterflies in fragmented plantation forests: are edge and interior habitats equally important? *Journal of Insect Conservation* 15, 591-601.
183. VAN HALDER, I., THIERRY, M., VILLEMAY, A., OUIN, A., ARCHAUX, F., BARBARO, L., BALENT, G., BENOT, M.L., 2017. Trait-driven responses of grassland butterflies to habitat quality and matrix composition in mosaic agricultural landscapes. *Insect Conservation and Diversity* 10, 64-77.
184. VAN SWAAY, C., BRERETON, T., KIRKLAND, P., WARREN, M., 2012. *Manual for butterfly monitoring*. Report VS2012 10.
185. VAN SWAAY, C., CUTTELLOD, A., COLLINS, S., MAES, D., MUNGUIRA, M.L., ŠAŠIĆ, M., SETTELE, J., VEROVNIK, R., VERSTRAEL, T., WARREN, M., 2010. *European red list of butterflies*. Publications office of the European Union.
186. VAN SWAAY, C., WARREN, M., 2012. *Developing butterflies as indicators in Europe: current situation and future options*. De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Butterfly Conservation UK, Butterfly Conservation Europe, Wageningen, Report nr. VS2012 12.
187. VANDERMEER, J., PERFECTO, I., 1995. *Breakfast of biodiversity: the truth about rain forest destruction*. Institute for Food and Development Policy.
188. VEROVNIK, R., BERETTA, S., ROWLINGS, M., 2018. Contribution to the knowledge of the spring butterfly fauna of the southern Anti-Atlas region, Morocco (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de lepidopterología* 46, 81-90.
189. VESCO, J.P., 2000. *Papillons*, Paris.
190. VICKERY, M., 2008. Butterflies as indicators of climate change. *Science progress* 91, 193-201.
191. VILLEMAY, A., ARCHAUX, F., 2018. Quel est le rôle de la connectivité des habitats sur les papillons en contexte agricole? *Revue Science Eaux & Territoires, Trame verte et bleue : la continuité écologique en marche dans les territoires*, 25, 72-77.
192. VODĀ, R., DAPPORTO, L., DINCĂ, V., SHREEVE, T.G., KHALDI, M., BARECH, G., REBBAS, K., SAMMUT, P., SCALERCIO, S., HEBERT, P.D., 2016. Historical and contemporary factors generate unique butterfly communities on islands. *Scientific reports* 6, 28828.
193. VOGEL, J.C., RUMSEY, F.J., SCHNELLER, J.J., BARRETT, J.A., GIBBY, M., 1999. Where are the glacial refugia in Europe? Evidence from pteridophytes. *Biological Journal of the Linnean Society* 66, 23-37.
194. WAHLBERG, N., 2000. *The ecology and evolution of Melitaeine butterflies*. 26p.
195. WILLIAMSON, M., 1973. Species diversity in ecological communities. *The mathematical theory of the dynamics of biological populations*. Academic, London, 325-336.
196. WOOD, P., SAMWAYS, M.J., 1991. Landscape element pattern and continuity of butterfly flight paths in an ecologically landscaped botanic garden, Natal, South Africa. *Biological Conservation* 58, 149-166.

197. Zeghti, S., 2014. Contribution à l'étude des lépidoptères et leur place dans une région saharienne: Cas d'Ouargla, Thèse master science Agronomie, Univ. Ouargla. 83p.

ANNEXES

Annexe I : Codage des espèces de papillons de jour dans les milieux agricoles et naturels de M'sila

| Espèces | Codes |
|--------------------------------------------------|-------|
| Vanessa cardui (Linnaeus, 1758) | VACA |
| Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758) | VAAT |
| Melanargia galathea (Linnaeus, 1758) | MEGA |
| Danaus Chrysippus(L.) (Linnaeus, 1758) | DACH |
| Pararge aegeria (Linnaeus, 1758) | PAAG |
| Pyronia bathseba (Fabricius, 1793) | PYBA |
| Hipparchia aristaeus (Linnaeus, 1758) | HIAR |
| Pieris rapae(Linnaeus, 1758) | PIRA |
| P. brassicae (Linnaeus, 1758) | PIBR |
| Colias crocea (Fourcroy, 1785) | COCR |
| Euchloe charlonia (Donzel, 1842) | EUCH |
| E.belemia (Boisduval, 1832) | EUBE |
| Pontia daplidice (Linnaeus, 1758) | PODA |
| Papilio machaon (Linnaeus, 1758) | PAMA |
| Iphiclides feisthamelii (Duponchel, 1832) | IPFE |
| Carcharodus baeticus (Rambur, 1839) | CABA |
| Gegenes pumilio (Hoffmannsegg, 1804) | GEPU |
| Lycena phlaeas (L.) (Linnaeus, 1758) | LYPH |

**Annexe II : Liste des espèces de Rhopalocères et Hétérocères protégées en Algérie
(Arrêté du 15 Châabane 1415 correspondant au 17 Janvier 1995, complétant la liste
Des espèces animales non domestiques, Publiée dans le journal officiel
de la République Algérienne du 12 Avril 1995) modifiée**

| Groupe | Famille | Espèces |
|-------------|--------------|---------------------------------|
| Rhopalocera | Papilionidae | <i>Iphiclides feisthamelii</i> |
| | | <i>Papilio machaon</i> |
| | Pieridae | <i>Aporia crataegi</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Euchloe pechi</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | | <i>Argynnis paphia</i> |
| | Nymphalidae | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Vanessa polychloros</i> |
| | | <i>Melanargia galathea</i> |
| | | <i>Pandoriana pandora</i> |
| | | <i>Satyrus semele</i> |
| | | <i>Polyommatus icarus</i> |
| | Lycaenidae | <i>Polyommatus icarus</i> |
| | | |
| Heterocera | Tortricidae | <i>Ramapezia paracintana</i> |
| | | <i>Stenodes pseudoalternana</i> |

Annexe III: Liste des Rhopalocères retrouvées en Algérie d'après TENNENT (1996), *indique les espèces endémiques

| Groupe | Familles | espèces |
|---------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| Rhopalocères | Hesperiidae | <i>Minois draya</i> |
| | | <i>Pyrgus alveus</i> |
| | | <i>Pyrgus armoricanus</i> |
| | | <i>Pyrgus onopordi</i> |
| | | <i>Spialia sertorius</i> |
| | | <i>Syrichtus proto</i> |
| | | <i>Syrichtus mohammed</i> |
| | | <i>Syrichtus leuzeae*</i> |
| | | <i>Carcharodus tripolinus</i> |
| | | <i>Carcharodus lavatherae</i> |
| | | <i>Carcharodus stauderi</i> |
| | | <i>Thymelicus acteon</i> |
| | | <i>Thymelicus hamza</i> |
| | | <i>Thymelicus sylvestris</i> |
| | | <i>Thymelicus lineola</i> |
| | | <i>Hesperia comma</i> |
| | | <i>Gegenes nostradamus</i> |
| | | <i>Gegenes pumilio</i> |
| | | <i>Borbo borbonica</i> |
| | | Papilionidae |
| | <i>Papilio saharae</i> | |
| | <i>Iphiclides podalirius</i> | |
| | <i>Iphiclides podalirius feisthamelii</i> | |
| | <i>Zerynthia rumina</i> | |
| | <i>Zerynthia cerisy</i> | |
| | <i>Parnassius apollo</i> | |
| | | <i>Aporia crataegi</i> |
| | | <i>Pieris brassicae</i> |
| | | <i>Pieris rapae</i> |
| | | <i>Pieris napi</i> |

| | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Pieridae | <i>Pontia daplidice</i> |
| | | <i>Euchloe crameri</i> |
| | | <i>Euchloe tagis</i> |
| | | <i>Euchloe falloui</i> |
| | | <i>Euchloe belemia</i> |
| | | <i>Euchloe charlonia</i> |
| | | <i>Anthocharis belia</i> |
| | | <i>Colotis evagore</i> |
| | | <i>Catopsilia florella</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | | <i>Gonepteryx cleopatra</i> |
| | | Lycaendae |
| | <i>Cigaritis zohra</i> | |
| | <i>Cigaritis allardi</i> | |
| | <i>Neozephyrus quercus</i> | |
| | <i>Satyrium esculi</i> | |
| | <i>Satyrium c- album</i> | |
| | <i>Callophrys rubi</i> | |
| | <i>Callophrys avis</i> | |
| | <i>Tomares ballus</i> | |
| | <i>Tomares mauretanicus</i> | |
| | <i>Lycaena phlaeas</i> | |
| | <i>Thersamolycaena dispar</i> | |
| | <i>Palaeochrysophanus hippothoe</i> | |
| | <i>Lampides boeticus</i> | |
| | <i>Leptotes pirithous</i> | |
| | <i>Tarucus theophrastus</i> | |
| <i>Tarucus rosaceus</i> | | |
| <i>Tarucus balkanicus</i> | | |
| <i>Zizeeria knysna</i> | | |
| <i>Cupido lorquini</i> | | |
| <i>Cupido argiolus</i> | | |
| <i>Glaucopsyche alexis</i> | | |
| <i>Glaucopsyche melanops</i> | | |
| <i>Maculinea arion</i> | | |
| <i>Iolana iolas</i> | | |
| <i>Pseudophilotes abencerragus</i> | | |
| <i>Pseudophilotes bavius</i> | | |
| <i>Plebejus martini</i> | | |
| <i>Plebejus allardi</i> | | |
| <i>Aricia agestis</i> | | |

| | | |
|--|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| | | <i>Aricia cramera</i> |
| | | <i>Albulina orbitulus</i> |
| | | <i>Polyommatus amandus</i> |
| | | <i>Polyommatus atlanticus</i> |
| | | <i>Polyommatus bellargus</i> |
| | | <i>Polyommatus punctifer</i> |
| | | <i>Polyommatus icarus</i> |
| | | <i>Hamearis lucina</i> |
| | Nymphalidae | <i>Libythea celtis</i> |
| | | <i>Danaus plexipus</i> |
| | | <i>Danaus chrysippus</i> |
| | | <i>Charaxes jasius</i> |
| | | <i>Nymphalis polychloros</i> |
| | | <i>Inachis io</i> |
| | | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Vanessa cardui</i> |
| | | <i>Polygonia c- album</i> |
| | | <i>Melitaea cinxia</i> |
| | | <i>Cinclidia phoebe</i> |
| | | <i>Synclidia aetherie</i> |
| | | <i>Didymaefomia deserticola</i> |
| | | <i>Mellicta dejone</i> |
| | | <i>Euphydryas aurinia</i> |
| | | <i>Euphydryas desfontainii</i> |
| | | <i>Pandoriana pandora</i> |
| | | <i>Argynnis paphia</i> |
| | | <i>Fabriciana adippe</i> |
| | | <i>Issoria lathonia</i> |
| | | <i>Melanargia galathea</i> |
| | | <i>Melanargia occitanica</i> |
| | | <i>Melanargia ines</i> |
| | | <i>Hipparchia ellena</i> |
| | | <i>Hipparchia algiricus</i> |
| | | <i>Neohipparchia statilinus</i> |
| | | <i>Neohipparchia hansii</i> |
| | | <i>Neohipparchia powelli*</i> (Oberthur, 1910) |
| | | <i>Pseudophilotes fidia</i> |
| | | <i>Chazara briseis</i> |
| | | <i>Chazara prieuri</i> |
| | | <i>Berberia abdelkader</i> |
| | <i>Berberia lambessanus</i> | |
| | <i>Maniola jurtina</i> | |
| | <i>Hyponephele lupina</i> | |
| | <i>Pyronia cecilia</i> | |
| | <i>Pyronia janiroides</i> | |
| | <i>Coenonympha pamphilus</i> | |
| | <i>Coenonympha dorus</i> | |
| | <i>Coenonympha arcanica</i> | |
| | <i>Coenonympha arcanioides</i> | |
| | <i>Pararge aegeria</i> | |
| | <i>Lasiommata megera</i> | |
| | <i>Lasiommata maera</i> | |

**Annexe IV: Liste des espèces de Rhopalocères inventoriés par SAMRAOUI (1998) dans le Nord-
Est Algérien**

| Groupe | Familles | Espèces |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Rhopalocera | Hesperiidae | <i>Carcharodus alceae</i> |
| | | <i>Thymelicus hamza</i> |
| | | <i>Thymelicus sylvestris</i> |
| | | <i>Gegenes nostradamus</i> |
| | | <i>Borbo borbonica</i> |
| | Papilionidae | <i>Zerynthia rumina</i> |
| | | <i>Iphiclides podalarius</i> |
| | | <i>Papilio machaon</i> |
| | | <i>Papilio saharae</i> |
| | Pieridae | <i>Anthocharis belia</i> |
| | | <i>Euchloe crameri</i> |
| | | <i>Euchloe belemia</i> |
| | | <i>Euchloe charlonia</i> |
| | | <i>Aporia crataegi</i> |
| | | <i>Pieris brassica</i> |
| | | <i>Pieris rapae</i> |
| | | <i>Pontia daplidice</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | <i>Gonepteryx cleopatra</i> | |
| | Lycaenidae | <i>Lycaena phlaeas</i> |
| | | <i>Tamares ballus</i> |
| | | <i>Tomares mauretanicus</i> |
| | | <i>Callophrys rubi</i> |
| | | <i>Satyrium esculi</i> |
| | | <i>Lampides boeticus</i> |
| | | <i>Leptotes pirithous</i> |
| | | <i>Celastrina argiolus</i> |
| | | <i>Aricia cramera</i> |
| | | <i>Polyommatus icarus</i> |
| | Nymphalidae | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Danaus chrysippus</i> |
| | | <i>Vanessa cardui</i> |
| | | <i>Polygonia c-album</i> |
| | | <i>Nymphalis polychloros</i> |
| | | <i>Melithaea aetherie</i> |
| <i>Charaxes jasius</i> | | |
| <i>Pararge aegeria</i> | | |
| <i>Lasiommata megera</i> | | |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> | | |
| <i>Coenonympha arcanioides</i> | | |
| <i>Maniola jurtina</i> | | |
| <i>Pyronia cecilia</i> | | |
| <i>Pyronia janiroides</i> | | |

**Annexe V : Liste des espèces de Rhopalocères et des Hétérocères diurnes recensées par
HELLAL et YAKOUBI (2002) au Parc national de Gouraya à Béjaia**

| Groupe | Familles | Espèces |
|-------------|------------------------------|---------------------------------|
| Rhopalocera | Hesperiidae | <i>Thymelicus acteon</i> |
| | | <i>Gegenes pumilio</i> |
| | Papilionidae | <i>Papilio machaon</i> |
| | | <i>Iphiclides feisthamelii</i> |
| | | <i>Iphiclides podalirius</i> |
| | Pieridae | <i>Pieris brassicae</i> |
| | | <i>Pieris rapae</i> |
| | | <i>Euchloe belemia</i> |
| | | <i>Euchloe ausonia</i> |
| | | <i>Euchloe simplonia</i> |
| | | <i>Anthocharis belia</i> |
| | | <i>Colotis evagore</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Gonepteryx cleopatra</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | | Lycaenidae |
| | <i>Satyrium ilicis</i> | |
| | <i>Callophrys rubi</i> | |
| | <i>Callophrys avis</i> | |
| | <i>Lycaena phlaeas</i> | |
| | <i>Lampides boeticus</i> | |
| | <i>Leptotes pirithous</i> | |
| | <i>Polyommatus bellargus</i> | |
| | <i>Polyommatus icarus</i> | |
| | <i>Celastrina argiolus</i> | |
| | Nymphalidae | |
| | | <i>Vanessa cardui</i> |
| | | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Polygonia c- album</i> |
| | | <i>Maniola jurtina</i> |
| | | <i>Coenonympha sp</i> |
| | | <i>Pararge aegeria</i> |
| | | <i>Lasiommata megera</i> |
| Heterocera | Zygaenidae | <i>Zygaena algira florae</i> |
| | Sphingidae | <i>Macroglossum stellatarum</i> |

Annexe VI: Liste des espèces de Rhopalocères et des Hétérocères diurnes recensées par FARHI et YAHIAOUI (2006) en zones arides et semi-arides dans la région de Bouira

| Groupes | Familles | Espèces |
|---------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|
| Rhopalocera | Hesperiidae | <i>Thymelicus acteon</i> (l'hésperie du chiendent) |
| | | <i>Thymelicus hamza</i> (l'hésperie maghrébine) |
| | | <i>Thymelicus sylvestris</i> (la bande noire) |
| | | <i>Thymelicus lineola</i> (l'hésperie du dactyle) |
| | | <i>Carcharodus stauderi</i> (l'hésperie de stauder) |
| | | <i>Pyrgus onopordi</i> (l'hésperie des potentilles) |
| | | <i>Carcharodus tripolina</i> (l'hésperie des almoravides) |
| | Papilionidae | <i>Iphiclides feisthamelii</i> (le voilier blanc) |
| | | <i>Papilio machaon</i> (le machaon) |
| | | <i>Papilio saharae</i> |
| | Pieridae | <i>Pieris brassicae</i> (la pieride des choux) |
| | | <i>Aporia crataegi</i> (le gazé) |
| | | <i>Pieris rapae</i> (la pieride de la rave) |
| | | <i>Pontia daplidice</i> (marbré de vert) |
| | | <i>Colias croceus</i> (le souci) |
| | | <i>Euchloe ausonia</i> (le marbré oriental) |
| | | <i>Euchloe belemia</i> (le zébré de sisymbre) |
| | | <i>Elphinstonia charlonia</i> (la pieride soufré) |
| | | <i>Euchloe falloui</i> (le zèbré de vert) |
| | | <i>Gonepteryx cleopatra</i> (le citron de provence) |
| | | <i>Anthocharis belia</i> (l'aurore de provence) |
| | Nymphalidae | <i>Pararge aegeria</i> (le tircis) |
| | | <i>Coenonympha pamphilus</i> (le procris) |
| | | <i>Maniola jurtina</i> (le myrtil) |
| | | <i>Melanargia ines</i> (l'echiquier des almoravides) |
| | | <i>Melanargia galathea</i> (le demi-deuil) |
| | | <i>Melanargia occitanica</i> (l'echiquier d'occitanie) |
| | | <i>Pyronia bathseba</i> (tityra) |
| | | <i>Lasiommata megera</i> (la mégère) |
| | | <i>Chazara briseis</i> f méridionale |
| | | <i>Cynthia cardui</i> (la belle dame) |
| | Lycaenidae | <i>Lycaena phlaeas</i> (le cuivré commun) |
| | | <i>Tomares ballus</i> (le faux cuivré) |
| | | <i>Polyommatus icarus</i> (l'azuré commun) |
| | | <i>Aricia cramera</i> (le collier de corail des canaries) |
| | | <i>Aricia agestis</i> (le collier de corail) |
| | | <i>Lampides boeticus</i> (l'azuré porte queue) |
| <i>Pseudophilotes abencerragus</i> (l'azuré de pierret) | | |
| <i>Plebejus martini</i> (l'azuré lavandin) | | |
| <i>Cigaritis siphax</i> (le faux cuivré numide) | | |
| <i>Nordmannia esculi</i> (thécla du kermès) | | |
| Heterocera | Zygaenidae | <i>Zygaena favonia</i> |
| | | <i>Zygaena felix</i> |
| | | <i>Zygaena marcuna</i> |
| | Sphingidae | <i>Macroglossum stellatarum</i> (moro-sphinx) |
| | Arctiidae | <i>Utetheisa pulchella</i> (la gentille) |

**Annexe VII : Liste des espèces de Rhopalocères et des Hétérocères diurnes recensées par SONIA
BERKANE (2011) dans le Parc national de Taza. Jijel**

| Groupes | Famille | Espèce |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Rhopalocera | Papilionidae | <i>Papilio machaon mauretanica</i> |
| | | <i>Iphiclides feisthamelii</i> |
| | | <i>Zerynthia rumina africana</i> |
| | Pieridae | <i>Aporia crataegi</i> |
| | | <i>Pieris brassicae</i> |
| | | <i>Pieris rapae</i> |
| | | <i>Pieris napi</i> |
| | | <i>Euchloe ausonia</i> |
| | | <i>Euchloe belemia</i> |
| | | <i>Anthocharis belia</i> |
| | | <i>Colias croceus</i> |
| | | <i>Gonepteryx rhamni</i> |
| | | <i>Gonepteryx cleopatra</i> |
| | | Lycaenidae |
| | <i>Tomares ballus</i> | |
| | <i>Lycaena phlaeas</i> | |
| | <i>Lampides boeticus</i> | |
| | <i>Leptotes pirithous</i> | |
| | <i>Celastrina argiolus</i> | |
| | <i>Aricia agestis</i> | |
| | <i>Polyommatus bellargus</i> | |
| | <i>Polyommatus icarus</i> | |
| | Nymphalidae | <i>Charaxes jasius</i> |
| | | <i>Nymphalis polychloros</i> |
| | | <i>Vanessa atalanta</i> |
| | | <i>Cynthia cardui</i> |
| | | <i>Melitaea didyma</i> |
| | | <i>Danaus chrysippus</i> |
| | | <i>Melanargia galathea</i> |
| | | <i>Maniola jurtina</i> |
| <i>Coenonympha arcanioides</i> | | |
| <i>Pararge aegeria</i> | | |
| <i>Lasiommata megera</i> | | |
| <i>Lasiommata maera</i> | | |

| | | |
|------------|-------------|---------------------------------|
| | Hesperiidae | <i>Pyrgus onopordi</i> |
| | | <i>Carcharodus tripolina</i> |
| | | <i>Thymelicus hamza</i> |
| | | <i>Gegenes pumilio</i> |
| | | <i>Borbo borbonica</i> |
| Heterocera | Sphingidae | <i>Macroglossum stellatarum</i> |
| | Arctiidae | <i>Utetheisa pulchella</i> |
| | Geometridae | <i>Idaea straminata</i> |
| | | <i>Rhodometra sacraria</i> |
| | | <i>Itame vincularia</i> |
| | | <i>Aspitates ochrearia</i> |
| | Noctuidae | <i>Eublemma pulchralis</i> |
| | | <i>Autographa gamma</i> |
| | | <i>Heliothis peltigera</i> |

Annexe VIII : Liste des espèces de Rhopalocères recensées par REMINI LOUIZA (2015)

dans les agroécosystèmes de Metidja. Blida

| Groupe | Familles | Especies |
|--------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Rhopaloceres | Papilionidae | <i>Papilio machaon</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel 1832) |
| | Pieridae | <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Euchloe belemia</i> (Esper 1800) |
| | | <i>Colias croceus</i> (Geoffroy, in Fourcroy 1785) |
| | | <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus 1767) |
| | | Lycaenidae |
| | <i>Cacyreus marshalli</i> (Butler 1898) | |
| | <i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus 1767) | |
| | <i>Zizeeria karsandra</i> (Moor 1865) | |
| | <i>Aricia agestis</i> (Denis and Schiffermüller 1775) | |
| | <i>Polyommatus bellargus</i> (Rottenburg 1775) | |
| | <i>Polyommatus icarus</i> (Rottenburg 1775) | |
| | Nymphalidae | <i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Charaxes jasius</i> (Linnaeus 1767) |
| | | <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus 1758) |
| | | <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus 1758) |
| | Hesperiidae | <i>Carcharodus tripolinus</i> (Verity 1925) |
| | | <i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg 1804) |