

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش - الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE – EL HARRACH – ALGER

# THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences agronomiques (Zoologie)

## Sujet

**Diversité et écologie des Papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) dans les agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois**

Présentée par : **Louiza REMINI**

Soutenue le 22/06/2017

### Devant le jury :

<b>Président :</b>	M <sup>f</sup> BICHE M.	Professeur (E.N.S.A. El Harrach)
<b>Directeur de thèse:</b>	M <sup>f</sup> MOULAÏ R.	Professeur (Université de Béjaia)
<b>Examineurs :</b>	Mr DJAZOULI Z.E.	Professeur (Université de Blida)
	M <sup>f</sup> GHEZALI D.	Maitre de Conférence (E.N.S.A. El Harrach)
	M <sup>f</sup> BOUBAKER Z.	Maitre de Conférence (E.N.S.A. El Harrach)
	M <sup>me</sup> IDOUHAR-SAADH H.	Maitre de Conférence (E.N.S.V. El Harrach)

## Remerciements

Avant d'aborder l'exposé de mes résultats, qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui, ont contribué à faciliter l'élaboration de cette étude.

Je tiens à témoigner de ma reconnaissance à mon directeur de thèse, Monsieur Riadh MOULAÏ, Professeur à l'université de Béjaia, pour son aide précieuse, par son intérêt, ses conseils, ses encouragements constants, qui m'ont été précieux pour mener à terme ce modeste travail.

À Monsieur Mohamed BICHE, Professeur à l'Ecole National Supérieure Agronomique d'El-Harrach, qui me fait l'honneur de présider ce jury, qu'il veuille trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie également, M<sup>f</sup> Djelloul GHEZALI, Maitre de Conférence, à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach ; M<sup>f</sup> Zoubir BOUBAKER, Maitre de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach et M<sup>me</sup> Habiba IDOUHAR-SAAFI Maitre de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, d'avoir bien voulu participer à ce jury et examiner mon travail.

Je ne sais combien remercier M<sup>f</sup> Zahr-Eddine DJAZOULI, Professeur à la Faculté des Sciences et de la Vie à l'université de Blida, pour ses conseils, sa présence, ses encouragements et surtout son aide à la réalisation des différentes analyses statistiques. A chaque étape du travail, il a su être présent avec une grande patience. Et d'avoir bien voulu participer à ce jury, je lui témoigne ici ma profonde gratitude et toute mon amitié.

Je tiens à remercier M<sup>f</sup> CHAIB S., Ex. Président de la Subdivision Agricole de Rouiba, pour son aide au choix des parcelles agricoles.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans la disponibilité et la participation active des agriculteurs, jardiniers, autres personnels. Je les remercie chaleureusement à la hauteur de leur accueil, pour leur amabilité et leur investissement dans mes captures de Papillons. Ils m'ont fait découvrir de multiples aspects de leur métier.

Mes remerciements s'adressent aussi à M<sup>f</sup> MOHAMDI S., et Mr LAHFAYER M. Ex. Directeurs Généraux du Parc zoologique d'Alger, pour m'avoir autorisé à réaliser mes investigations au sein de son organisme.

Mes sincères remerciements vont également au personnel du Parc Zoologique d'Alger, pour sa convivialité. Je remercie particulièrement M<sup>me</sup> Sara FERGAG, Directrice Générale ; M<sup>me</sup> Amina, Agent administratif ; le défunt Rabah MOUZAOUI pour leurs aides sur le site, et M<sup>r</sup> Mourad OUMEHDI pour m'avoir accompagné au début de mon échantillonnage.

Un grand merci à M<sup>r</sup> et M<sup>me</sup> ANANE pour leur aide, conseils, présence et encouragements, qu'ils trouvent ma gratitude pour eux.

Merci à M<sup>r</sup> Abd El Wahab MOUZALI, Agent de Prévention et de Sécurité au niveau du Laboratoire Centre de l'Environnement de Ben Aknoun, pour sa patience, sa présence régulière et sa compagnie, grâce à son aide que j'ai pu effectuée mon échantillonnage au Parc zoologique d'Alger.

Merci à M<sup>r</sup> Bachir SLIMANI et M<sup>r</sup> Tayeb TIRECHE, Ex. Directeurs de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD), de m'avoir accordé des journées afin de poursuivre mes sorties sur terrain.

Mes vifs remerciements vont également au personnel administratif et technique du Laboratoire Centre de l'Environnement de Ben Aknoun, NECHAOUNI L., AZOUANI S., HOUAS O., LAKHDARI H., SMAÏ M.,..... pour leur sympathie et leurs encouragements.

Merci M<sup>me</sup> Fatiha OUAMEUR, Ingénieur à l'Institut National de Protection des Végétaux (INPV), pour ses précieux conseils, et son aide.

Je remercie également M<sup>me</sup> SAADA N. et M<sup>me</sup> BENZARA F., Bibliothécaires du département de zoologie agricole et forestière à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach.

A mes collègues enseignants et amis de la Faculté des Sciences et de la Vie- Université de Blida- trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect.

Pour finir, je souhaite rendre ma gratitude à toute personne qui, par leur soutien, conseils ont participé à la réalisation de ce modeste travail, merci à tous.

# Dédicaces

A la mémoire de mon cher papa

A « YEMMA », merci pour tes sacrifices, ton amour consentis à mon égard, tes encouragements, tes conseils, ta présence, .... Trouve dans ce modeste travail l'expression de ma profonde gratitude et reconnaissance.

A toute ma famille

A tous mes amis

A tous ceux qui me sont chers

# Sommaire

**Thème :** Diversité et écologie des Papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) dans les agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois.

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Biodiversité et les papillons de jour.....</b>	<b>7</b>
1.1. Biodiversité : concept et mesures.....	7
1.2. Biodiversité et la structure paysagère.....	8
1.3. Le paysage et son influence sur la biodiversité, Cas des Rhopalocères.....	10
1.4. Les papillons de jours comme indicateurs de la structure paysagère.....	12
<b>Chapitre II: Présentation de la région d'étude.....</b>	<b>17</b>
2.1. Situation géographique.....	17
2.2. Facteurs abiotique du milieu.....	19
2.2.1. Facteurs édaphiques et hydrologiques.....	19
2.2.1.1. Géologie.....	19
2.2.1.2. Pédologie.....	20
2.2.1.3. Hydrologie.....	22
2.2.2. Facteurs climatiques.....	23
2.2.2.1. Températures.....	23
2.2.2.2. Pluviométrie.....	24
2.2.2.3. Humidité relative.....	26
2.2.2.4. Vent.....	27
2.3. Synthèse des données climatiques.....	28

2.3.1. Diagrammes ombrothermique de GAUSSEN.....	28
2.3.2. Climagramme d'Emberger.....	30
2.4. Facteurs biotiques du milieu.....	32
2.4.1. Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude.....	33
2.4.2. Données bibliographiques sur la faune de la région d'étude.....	34
<b>Chapitre III : Méthodologie.....</b>	<b>37</b>
3.1. Présentation des stations d'étude.....	37
3.1.1. Choix et description des stations.....	37
3.1.1.1. Milieux agricoles.....	38
3.1.1.1.1. Cultures maraîchères.....	39
3.1.1.1.2. Les céréales (Blé dur et tendre).....	41
3.1.1.1.3. Verger de poirier.....	43
3.1.1.1.4. Verger de pêcher.....	45
3.1.1.1.5. Verger d'agrume.....	47
3.1.1.2. Milieux naturels.....	49
3.1.1.2.1. Pelouse.....	49
3.1.1.2.2. Matorral arboré dégradé .....	52
3.1.1.2.3. Matorral haut .....	55
3.2. Période de suivi.....	58
3.3. Méthodes adoptées pour la capture des papillons de jour.....	58
3.4. Matériels et techniques de travail.....	58
3.4.1. Matériels utilisés.....	59
3.4.1.1. Filet à papillon.....	59
3.4.1.2. Papillotes.....	60
3.4.1.3. Appareil photo.....	60
3.4.1.4. Jumelle.....	60
3.4.1.5. Etaloir.....	61
3.4.1.6. Loupe binoculaire.....	61
3.4.1.7. Boîte de collection.....	61

3.4.2. Techniques de travail.....	62
3.4.2.1. Capture.....	62
3.4.2.2. Méthode de comptage.....	62
3.4.2.3. Etalement au laboratoire.....	63
3.4.2.4. Identification.....	63
3.4.2.5. Mise en collection.....	64
3.5. Méthodes utilisées pour l'exploitation des données.....	64
3.5.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	64
3.5.1.1. Indices de composition.....	64
3.5.1.1.1. Richesse spécifique.....	65
3.5.1.1.2. Abondance.....	65
3.5.1.1.2.1. Fréquence centésimale.....	65
3.5.1.1.2.2. Fréquence d'occurrence.....	66
3.5.1.2. Indices de structure.....	66
3.5.1.2.1. Indice de Diversité de Shannon.....	66
3.5.1.2.2. Indice d'équirépartition de PIELOU.....	67
3.5.1.2.3. Indice de diversité de Simpson.....	68
3.5.1.2.4. L'équitabilité de Simpson.....	68
3.5.1.2.5. L'indice de Hill.....	68
3.5.1.2.6. Barycentre et Amplitude.....	69
3.5.1.3. Indice de similarité de Sorensen.....	70
3.6. Courbes de vols des papillons.....	70
3.7. Tests statistiques.....	71
3.7.1. Corrélation de Pearson (PAST vers.1.81 et Excel <sup>TM</sup> ).....	71
3.7.2. Test de Wilcoxon.....	71
3.7.3. Comparaison des pentes au modèle de Motomura (1932).....	72
3.7.4. Analyse multivariée.....	73
<b>Chapitre IV : Résultats.....</b>	<b>75</b>
4.1. Etude de la lépidofaune dans le milieu agricole.....	75

4.1.1. Inventaire de la faune lépidoptérique dans les parcelles agricoles étudiées.....	75
4.1.2. Evolution spatio-temporelle des Papillons de jour du milieu agricole....	77
4.1.2.1. Evolution temporelle.....	77
4.1.2.2. Evolution spatiale.....	81
4.1.2.2.1. Variation spatiale de l'abondance.....	81
4.1.2.2.2. Variation spatiale de la richesse spécifique.....	87
4.1.3. Evaluation de la diversité dans le milieu agricole.....	88
4.1.3.1. Indice de Shannon.....	89
4.1.3.2. Indice de diversité $H_{\max}$ .....	89
4.1.3.3. Indice d'équitabilité E de Piélou.....	90
4.1.3.4. Indice de Simpson D.....	90
4.1.3.5. Equitabilité de Simpson ES.....	91
4.1.3.6. Indice de Hill.....	91
4.1.4. Similarité entre les cultures.....	92
4.1.5. Barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans le milieu agricole.....	93
4.1.6. Fréquence d'occurrence des Papillons de jour dans le milieu agricole..	98
4.1.7. Relation entre richesse spécifique / Abondance.....	101
4.1.8. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans le milieu agricole.....	105
4.1.9. Courbes de vol des Papillons de jour dans le milieu agricole.....	113
4.1.9.1. Courbe de vol de <i>Pieris rapae</i> .....	113
4.1.9.2. Courbe de vol de <i>Pararge aegeria</i> .....	114
4.1.9.3. Courbe de vol de <i>Colias croceus</i> .....	115
4.1.9.4. Courbe de vol de <i>Rhometra sacraria</i> .....	116
4.1.10. Structure spatio-temporelle des communautés lépidoptérique.....	122
4.1.11. Analyse en fonction des assemblages.....	127
4.1.11.1. Diagramme rang/fréquence des groupes.....	127
4.1.11.2. Homogénéité de la communauté.....	131
4.2. Etude de la lépidofaune dans le milieu naturel.....	134
4.2.1. Inventaire de la faune lépidoptérique dans les stations du milieu	

naturel.....	134
4.2.2. Evolution spatio-temporelle des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	137
4.2.2.1. Evolution temporelle.....	137
4.2.2.2. Evolution spatiale.....	140
4.2.2.2.1. Variation spatiale de l'abondance.....	141
4.2.2.2.2. Variation spatiale de la richesse spécifique.....	147
4.2.3. Evaluation de la diversité dans le milieu naturel.....	148
4.2.3.1. Indice de Shannon.....	148
4.2.3.2. Indice de diversité $H_{\max}$ .....	148
4.2.3.3. Indice d'équitabilité E de Piélou.....	149
4.2.3.4. Indice de Simpson D.....	149
4.2.3.5. Equitabilité de Simpson ES.....	150
4.2.3.6. Indice de Hill.....	150
4.2.4. Similarité entre les stations.....	151
4.2.5. Barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	152
4.2.6. Fréquence d'occurrence des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	157
4.2.7. Relation entre richesse spécifique / Abondance.....	161
4.2.8. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	163
4.2.9. Courbe de vol des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	163
4.2.9.1. Courbe de vol de <i>Pieris rapae</i> .....	169
4.2.9.2. Courbe de vol de <i>Pieris brassicae</i> .....	169
4.2.9.3. Courbe de vol de <i>Colias croceus</i> .....	170
4.2.9.4. Courbe de vol de <i>Cynthia cardui</i> .....	170
4.2.9.5. Courbe de vol de <i>Pararge aegeria</i> .....	170
4.2.10. Structuration spatio-temporelle des communautés lépidoptérique.....	175
4.2.11. Analyse en fonction des assemblages.....	180
4.2.11.1. Diagramme rang/fréquence des groupes.....	180
4.2.11.2. Homogénéité de la communauté du milieu naturel.....	185

<b>Chapitre V : Discussions.....</b>	<b>188</b>
5.1. Composition et diversité des Papillons de jour dans le milieu agricole.....	188
5.2. Ordre d'arrivée des Papillons de jours dans les différentes parcelles agricoles.....	193
5.3. Répartition et structure des communautés des Papillons de jour dans les parcelles agricoles.....	196
5.4. Diversité biologique et structure de la lépidofaune associée aux habitats du milieu naturel.....	198
5.5. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans les différentes stations.....	202
5.6. Distribution des Papillons de jour dans les différentes stations.....	204
5.7. Diversité comparée entre les milieux agricoles et naturels de l'Algérois.....	206
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>212</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>220</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>240</b>
<b>Résumés.....</b>	<b>246</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b>	Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales exprimées en degrés Celsius et enregistrées en 2009, 2010 et 2011 dans la station météorologique de Dar El Beida.....	24
<b>Tableau 2.</b>	Précipitations mensuelles exprimées en mm relevées dans la station de Dar El Beida pour les années 2009, 2010, et 2011 .....	25
<b>Tableau 3.</b>	Taux d'humidité relative moyennes exprimées en (%) des années 2009, 2010 et 2011 enregistrées à la station météorologique de Dar El Beida.....	26
<b>Tableau 4.</b>	Vitesses mensuelles des vents maximales des années 2009, 2010, et 2011 exprimées en mètres par seconde relevées dans la station météorologique de Dar El Beida.....	27
<b>Tableau 5.</b>	Liste systématique de la lépidofaunerecensée au niveau des cinq culturesdans le milieu agricole de la région de Souachette (Rouiba).....	75
<b>Tableau 6.</b>	Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons de jour des différentes cultures durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.....	79
<b>Tableau 7.</b>	Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons de différentes cultures durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.....	80
<b>Tableau 8.</b>	Effectif total et pourcentage des différentes familles des Papillons récoltées pendant deux années d'étude.....	85
<b>Tableau 9.</b>	Importance des abondances relative exprimées en pourcentage des espèces de Papillons de jour dans le milieu agricole pour les deux années.....	87
<b>Tableau 10.</b>	Variations des paramètres de la diversité appliqués aux Papillons de jour des parcelles agricoles de Rouiba.....	92
<b>Tableau 11.</b>	Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux	

	Papillons de jour dans le milieu agricole durant les deux années d'échantillonnage.....	93
<b>Tableau 12.</b>	Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans les cinq cultures agricoles prospectées durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.....	94
<b>Tableau 13.</b>	Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.....	95
<b>Tableau 14.</b>	Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces de papillons dans les 5 cultures agricoles prospectées durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.....	96
<b>Tableau 15.</b>	Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.....	97
<b>Tableau 16.</b>	Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de Papillons de jours dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2009-septembre 2010.....	99
<b>Tableau 17.</b>	Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de Papillons de jours dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2010-septembre 2011.....	100
<b>Tableau 18.</b>	Ajustement au modèle de Motomura dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2009 à septembre 2010.....	112
<b>Tableau 19.</b>	Ajustement au modèle de Motomura dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2010 à septembre 2011.....	112
<b>Tableau 20.</b>	Ajustement au modèle de Motomura (Période octobre 2009-septembre 2010).....	132
<b>Tableau 21.</b>	Ajustement au modèle de Motomura (Période octobre 2010-septembre 2011).....	133
<b>Tableau 22.</b>	Composition de la lépidofaune du Parc zoologique d'Alger.....	134
<b>Tableau 23.</b>	Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des Papillons	

	recensées dans le Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2009-janvier 2010.....	138
<b>Tableau 24.</b>	Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons dans le Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2010-janvier 2011.....	140
<b>Tableau 25.</b>	Effectif total et pourcentage des différentes familles des Papillons récoltées dans le milieu naturel pendant deux années d'étude.....	145
<b>Tableau 26.</b>	Importance des abondances relative exprimées en pourcentage des espèces de Papillons de jour dans le milieu naturel.....	146
<b>Tableau 27.</b>	Variations des paramètres de la diversité appliqués aux Papillons de jour dans les stations du Parc zoologique d'Alger.....	151
<b>Tableau 28.</b>	Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux Papillons de jour dans le milieu naturel durant les deux années d'échantillonnage.....	151
<b>Tableau 29.</b>	Abondances des espèces de papillons dans les 3 stations du milieu naturel. Les espèces sont classées par ordre de barycentre g3 croissant et AH3 (amplitude d'habitat) (février 2009-janvier 2010).....	153
<b>Tableau 30.</b>	Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH pour le descripteur "stations du milieu naturel" durant la période allant de février 2009-janvier 2010.....	154
<b>Tableau 31.</b>	Abondances des espèces de papillons dans les 3 stations du milieu naturel. Les espèces sont classées par ordre de barycentre g3 croissant et AH3 (amplitude d'habitat) (février 2010-janvier 2011).....	155
<b>Tableau 32.</b>	Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH pour le descripteur "stations du milieu naturel" durant la période allant de février 2010-janvier 2011.....	156
<b>Tableau 33.</b>	Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de papillon dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période allant de février 2009 à janvier 2010.....	158

<b>Tableau 34.</b>	Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de papillon dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période allant de février 2010 à janvier 2011.....	160
<b>Tableau 35.</b>	Ajustement au modèle de Motomura dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2009 à janvier 2010.....	168
<b>Tableau 36.</b>	Ajustement au modèle de Motomura dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2010 à janvier 2011.....	168
<b>Tableau 37.</b>	Ajustement au modèle de Motomura (Période février 2009-janvier 2010).....	185
<b>Tableau 38.</b>	Ajustement au modèle Motomura (Période février 2010-janvier 2011).....	186
<b>Tableau 39.</b>	Abondance et richesse spécifique des communautés de Papillons dans les deux milieux d'étude.....	207

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b>	Situation géographique de la région d'étude (Originale).....	18
<b>Figure 2a.</b>	Diagramme ombrothermique de la la région d'Alger pour l'année 2009.....	29
<b>Figure 2a.</b>	Diagramme ombrothermique de la la région d'Alger pour l'année 2010.....	29
<b>Figure 2a.</b>	Diagramme ombrothermique de la la région d'Alger pour l'année 2011.....	30
<b>Figure 3.</b>	Climagramme d'Emberger (1995-2011) pour la région d'Alger.....	32
<b>Figure 4.</b>	Localisation géographique des milieux échantillonnés (Originale).....	37
<b>Figure 5.</b>	Photographie des cultures « Maraichères ».....	39
<b>Figure 6.</b>	Transect végétal de la culture « Maraichère ».....	40
<b>Figure 7.</b>	Photographie de la culture « Céréale ».....	41
<b>Figure 8.</b>	Transect végétal de la culture « Céréale ».....	42
<b>Figure 9.</b>	Photographie du verger de « Poirier ».....	43
<b>Figure 10.</b>	Transect végétal du verger de « Poirier ».....	44
<b>Figure 11.</b>	Photographie du verger de « Pêcher ».....	45
<b>Figure 12.</b>	Transect végétal du verger de « Pêcher ».....	46
<b>Figure 13.</b>	Photographie du verger d'« Agrume ».....	47
<b>Figure 14.</b>	Transect végétal du verger d'« Agrume ».....	48
<b>Figure 15.</b>	Photographie de la Pelouse.....	50
<b>Figure 16.</b>	Transect végétal de la pelouse.....	51
<b>Figure 17.</b>	Photographie du matorral arboré dégradé .....	53
<b>Figure 18.</b>	Transect végétal du matorral arboré dégradé .....	54
<b>Figure 19.</b>	Photographie du matorral haut .....	56
<b>Figure 20.</b>	Transect végétal du matorral haut .....	57
<b>Figure 21.</b>	Filet à papillon (BENKHELIL, 2001).....	59
<b>Figure 22.</b>	Photographie d'un étaloir.....	61
<b>Figure 23.</b>	Photographie d'une boîte de collection.....	62

<b>Figure 24.</b>	Nombre d'espèces par famille dans le milieu agricole.....	77
<b>Figure 25.</b>	Evolution temporelle des espèces de papillons dans le milieu agricole durant la période d'octobre 2009 à septembre 2010.....	78
<b>Figure 26.</b>	Evolution temporelle des espèces de papillons dans le milieu agricole durant la période d'octobre 2010 à septembre 2011.....	80
<b>Figure 27.</b>	Pourcentage des abondances de Papillons de jour dans le milieu agricole.....	82
<b>Figure 28.</b>	Représentation de l'abondance des familles des Papillons de jour dans le milieu agricole.....	83
<b>Figure 29.</b>	Richesse spécifique des Papillons de jour dans les cinq cultures agricoles...	88
<b>Figure 30.</b>	Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les cinq cultures durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.....	103
<b>Figure 31.</b>	Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les cinq cultures durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.....	104
<b>Figure 32.</b>	Ordre d'arrivée des espèces de Papillons dans les cinq cultures agricoles durant les deux années d'échantillonnage.....	109
<b>Figure 33.</b>	Diagramme rang/fréquence globale des espèces de Papillons dans les cinq cultures agricoles.....	111
<b>Figure 34.</b>	Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Pararge aegeria</i> au niveau de la culture « maraichère ».....	117
<b>Figure 35.</b>	Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Rhodometra sacraria</i> au niveau de la culture « céréalière ».....	118
<b>Figure 36.</b>	Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> , <i>Colias croceus</i> et <i>Rhodometra sacraria</i> au niveau du verger « poirier ».....	119
<b>Figure 37.</b>	Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Colias croceus</i> au niveau du verger « pêcher ».....	120
<b>Figure 38.</b>	Courbes de vol de <i>Pieris rapae</i> et <i>Pararge aegeria</i> au niveau du verger « agrume ».....	121
<b>Figure 39.</b>	Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu agricole à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2009-2010.....	124

<b>Figure 40.</b>	Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans les parcelles agricoles prospectées à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2010-2011.....	126
<b>Figure 41.</b>	Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons par groupe dans le milieu agricole durant la période 2009-2010.....	129
<b>Figure 42.</b>	Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons par groupe dans le milieu agricole durant la période 2010-2011.....	131
<b>Figure 43.</b>	Diagramme Rang/fréquence et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu agricole durant la période 2009-2010.....	132
<b>Figure 44.</b>	Diagramme Rang/fréquence et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu agricole durant la période 2010-2011.....	133
<b>Figure 45.</b>	Nombre d'espèces par famille dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger.....	136
<b>Figure 46.</b>	Evolution temporelle des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période février 2009-janvier 2010.....	137
<b>Figure 47.</b>	Evolution temporelle des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période février 2010-janvier 2011.....	139
<b>Figure 48.</b>	Pourcentage des abondances des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	141
<b>Figure 49.</b>	Représentation de l'abondance des familles des Papillons de jour dans le milieu naturel.....	143
<b>Figure 50.</b>	Richesse spécifique des Papillons de jour dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger.....	147
<b>Figure 51.</b>	Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	162
<b>Figure 52.</b>	Ordre d'arrivée écologique des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	166

<b>Figure 53.</b>	Ordre d'arrivée écologique global des espèces de Papillons dans les différentes stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	167
<b>Figure 54.</b>	Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « pelouse » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	172
<b>Figure 55.</b>	Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « matorral arboré dégradé » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	173
<b>Figure 56.</b>	Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « matorral haut » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.....	174
<b>Figure 57.</b>	Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu naturel à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2009-2010.....	177
<b>Figure 58.</b>	Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu naturel à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2010-2011.....	179
<b>Figure 59.</b>	Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2009-2010.....	182
<b>Figure 60.</b>	Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2010-2011.....	184
<b>Figure 61.</b>	Diagramme Rang et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2009-2010.....	185
<b>Figure 63.</b>	Diagramme Rang et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2010-2011.....	186
<b>Figure 64.</b>	Fluctuation de l'abondance et de la richesse spécifique des Papillons de jour dans les différentes stations du milieu agricole et naturel.....	207

## Liste des abréviations

**A.P.C.** : Assemblée Populaire Communale

**AH** : Amplitude d'Habitat

**C.A.H.** : Classification Ascendante Hiérarchique

**CC** : Culture Céréalière

**CM** : Culture Maraichère

**D.C.A** : Detrended Correspondence Analysis (Analyse des Correspondance Redressée)

**g**: Barycentre

**MAD** : Matorral Arboré Dégradé

**MHA** : Matorral haut

**O.N.M.** : Office National Météorologique

**PEL** : Pelouse

**VA** : Verger d'Agrume

**VP** : Verger de Poirier

**VP'** : Verger de Pêcher



LES PÂPILLONS NE SONT QUE DES FLEURS ENVOLÉES  
UN JOUR DE FÊTE OU LA NATURE ÉTAIT EN VEINE  
D'INVENTION ET DE FÉCONDITÉ

« « GEORGE SAND » »

# Introduction

## Introduction

L'homme pense dominer notre planète. Pourtant, à y regarder de plus près, les vrais maîtres du monde sont les insectes. Si nous disparaissions, la vie sur Terre n'en serait pas changée. Sans les insectes, elle deviendrait quasiment impossible car ils représentent la grande majorité des animaux (ALBOUY, 2010). Depuis des millénaires, les hommes s'interrogent sur le monde vivant, ses origines et sa diversité. Au cours des siècles et dans toutes les civilisations, on a tenté de décrire, classer, inventorier, compter, nommer les espèces (GARON et *al.*, 2013). Et celui qui se penche sur le monde des insectes convertit son mépris inspiré par leur petitesse en une fascination pour leur minutie, ils sont bien plus anciens que l'humanité. Pendant longtemps, notre connaissance sur l'origine des insectes est restée limitée, leur petite taille les rendant souvent invisibles en tant que fossiles (VON BRANDT, 2013), du sommet de notre taille biologique et de nos croyances, nous sommes souvent aveugles d'un monde extraordinairement créatif (BOUGET, 2016). Végétaux et animaux participent à l'équilibre de la planète et, de là, à notre qualité de vie. Nous avons intérêt à connaître les grands principes qui régissent la vie des êtres vivants, si petits soient-ils (BOURASSA, 2011). Aussi petits qu'ils puissent être, les insectes s'ajustent aux plantes dans un équilibre parfait, dans lequel nous nous insérons. C'est pourquoi il faut apprécier les insectes à leur juste valeur. Ils font tous partie de la nature, tout comme nous et les plantes avec lesquelles nous devons composer (LARIVIERE, 2016). Selon VON BRANDT (2013), les insectes fascinent tout autant qu'ils font peur. Nos réactions devant un insecte dépendent largement de l'endroit où nous le rencontrons. Ils forment un monde d'une diversité insoupçonnée. Parmi les espèces animales vivant sur Terre répertoriées jusqu'ici, deux tiers environ appartiennent à la classe des insectes (VON BRANDT, 2013). Alors que l'on estime à environ 20 à 30 millions le nombre d'espèces vivantes sur la planète, seulement 1,9 million d'espèces ont été décrites scientifiquement (GARON et *al.*, 2013). D'après (APPELQVIST et *al.*, 2011), les insectes dépendent de paysages à petite échelle avec une variété d'habitats partiels à l'intérieur d'une petite superficie. Un nombre croissant d'entre nous se découvrent désormais une passion pour la nature, pour ses petites et grandes

merveilles en bordure des chemins, dans les jardins, les prairies et les champs, près de ruisseaux, et des rivières ou dans les forêts (VON BRANDT, 2013), A cet effet, BOUGET (2016), indique que chaque inventaire terrestre quelque peu fouillé dans un « recoin » de la planète, s'il n'est pas trop « polaire », donne toujours énormément d'espèces nouvelles. Les insectes, aussi populeux tant en nombre d'espèces qu'en abondance, sont extrêmement divers. Sur un peu plus d'un million d'espèces animales connues aujourd'hui, 250 000 sont des pollinisateurs chez lesquels la proportion d'insectes est écrasante (BOUGET, 2016). Ces derniers, sont peu considérés par le public, exception faite des beaux et sympathiques papillons multicolores, et des coccinelles (BOURASSA, 2011). Par ailleurs, BELLMANN (2008), note que les Papillons sont, à l'encontre de la plupart des autres insectes appréciés du grand public, certainement en raison de leur aspect attrayant et du fait que leur présence est universellement ressentie comme inoffensive. Il s'ensuit que la littérature publiée sur cet ordre d'insecte particulièrement gracieux est déjà fort abondante. De même, ALBOUY (2010) mentionne qu'aux Philippines, une légende dit que le premier papillon est né d'une fleur portée dans ses cheveux par un jeune homme ? Celui-ci se noya et son âme anima la fleur qui se transforma en papillon. Cette fascination pour l'insecte sous toutes ses formes a continué de courir au fil des siècles dans la littérature et de répulsion au dosage sans cesse changeant. Il existe environ 700 mentions de fossiles de Lépidoptères, certains remontant au mésozoïque ancien, voici environ 200 millions d'années. Le Lépidoptère le plus ancien connu est *Archaeolepis mane*, membre de la famille Archaeolepidae, depuis longtemps éteinte. Ses ailes et écailles fossilisées ont été découvertes dans le sud de l'Angleterre et datent de 190 millions d'années (HOSKINS, 2016). D'après ALBOUY (2010), Les papillons sont apparus peu après les premières plantes à fleurs, il y a 200 millions d'années environ, au Jurassique en pleine époque des dinosaures. Les papillons de jour et de nuit se sont diversifiés depuis et répandus, occupent à présent presque toutes les niches écologiques de la planète (HOSKINS, 2016). Apparus il y a environ 150 à 200 millions d'années, les papillons sont parmi les plus « jeunes » insectes. DESCHAMPS et RENARD (2010) et Les papillons de jour sont certes les Lépidoptères les plus connus (BELLMANN, 2012), LAFRANCHIS (2000), note que plus de 200 000

espèces de papillons ont été décrites dans le monde et bien d'autres restent à découvrir. Ils se distinguent de tous les autres insectes par leurs ailes recouvertes de minuscules écailles colorées, d'où leur nom scientifique de Lépidoptères venant du grec *lepidos* « écailles » et *pteron* « ailes ». Certaines espèces arborent de merveilleuses couleurs métalliques ou dessins spectaculaires, excitant la passion de certains collectionneurs (ALBOUY, 2010), les Rhopalocères et les Hétérocères forment le vaste ordre des papillons (TOLMAN et LEWINGTON, 2009 ; 2015). Et Les papillons de jour, ou Rhopalocères, sont très minoritaires environ 16000 espèces dans le monde (LAFRANCHIS, 2000).

La surexploitation des ressources animales et végétales, la destruction de milieux naturels, l'urbanisation excessive et la pollution sont aujourd'hui autant de facteurs qui déséquilibrent le monde vivant et pourraient engendrer la perte de pans entiers de notre « bibliothèque du vivant » (GARON et *al.*, 2013). Par ailleurs, BOUGET (2016), note que nous sommes entrain, par nos activités de destruction des écosystèmes, de dissémination anarchiques d'espèces partout et par notre influence avérée sur ce climat qui change trop vite, de provoquer des dégâts irréversibles à nos environnements ; car notre propre espèce, Homo sapiens, fait partie de cette diversité animale. Elle a la lourde tâche d'inventorier les autres espèces mais aussi de les protéger, ce qui constitue un enjeu majeur pour le futur (GARON et *al.*, 2013). Les insectes ont de nombreuses caractéristiques uniques qui réclament de leur porter une attention spéciale dans un travail de conservation (APPELQVIST et *al.*, 2011), ils jouent aujourd'hui encore un rôle clé dans l'équilibre naturel, car ils constituent la nourriture principale de très nombreux vertébrés et sont des pollinisateurs indispensables pour l'agriculture (VON BRANDT, 2013). Depuis plusieurs dizaines d'années, la plupart des papillons sont devenus moins communs et de nombreuses espèces ont vu leur distribution se réduire (THOMAS, 1991, 1995 in APPELQVIST et *al.*, 2011). TARRIER et DELACRE (2008), indiquent pour leur part, qu'en Europe, il y a quelques temps que l'on utilise la filière Papillons pour espionner la santé des écosystèmes, en vue de tabler sur leur durabilité et les ressources qu'ils nous dispensent. De manière connexe se pose la question des indicateurs pertinents permettant d'estimer l'ampleur de la biodiversité en un lieu, de réaliser des

comparaisons entre sites ou de suivre des évolutions temporelles. Pour des raisons évidentes, ces indicateurs sont généralement fondés essentiellement sur des groupes bien connus et facilement observables (CHEVASSUS-AU-LOUIS, 2013). Et les espèces bio-indicatrices sont souvent considérées comme des alliés de l'homme dans la surveillance et lapréservation de la biodiversité (TARRIER et DELACRE, 2008). La présence, la diversité et la fluctuation de ces espèces sont un indicateur des conditions environnementales locales et de l'état sanitaire de l'écosystème (GARON et *al.*, 2013). La nature nous ramène à nous-mêmes, nous rappelle que sa fragilité la rend digne d'être protégée et que nous devons adopter un comportement responsable (VON BRANDT, 2013).

Plusieurs travaux ont été réalisés sur les Lépidoptères, de nombreux ouvrages sur ce sujet ont été publiés dans divers pays du monde (LAFRANCHIS, 2000 ; ALBOUY, 2001 ; BELLMANN, 2008, 2012 ; TARRIER et DELACRE, 2008 ; HERVÉ, 2009 ; TOLMAN et LEWINGTON, 2009, 2015 ; VON BRANDT, 2013 ; JACKSON, 2015 ; MARTIRÉ et *al.*, 2016 ; HOSKINS, 2016 , ...).

En Algérie, 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 des papillons de jour de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie. On peut citer aussi, SAMRAOUI (1998) avec sa publication, intitulée « 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. D'autres travaux sont à citer notamment ceux de HELLAL et 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 et 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. Nous pouvons aussi citer les contributions de BERKANE (2011) et d'ARIFI et RAHMANI (2011) sur respectivement les papillons de jours du Parc national de Taza (Jijel) et de Belezma (Batna). Il est aussi à noter les contributions de BOUZARA (2015) sur les

Rhopalocères du Parc national de Chréa (Blida) et ceux de GHEMMAZ (2015) sur les Lépidoptères diurnes des vergers d'agrumes de Boufarik.

Cette présente étude a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la lépidofaune diurne des zones périurbaines de l'agglomération algéroise. Il s'agit des agro-systèmes et des milieux naturels de l'Algérois. Notre Thèse dans ce sens vise divers objectifs ; (1) réaliser un inventaire visant à dresser une liste des espèces de Papillons de jour fréquentant les milieux naturels et agricoles de l'algérois, afin de mieux comprendre leurs exigences écologiques. (2) évaluer la diversité et la composition spécifique des taxons de ces communautés et (3) déterminer leur répartition et leur distribution ainsi que leur ordre d'arrivée dans les différents sites étudiés.

Le présent manuscrit est structuré en cinq chapitres ; le premier donne un aperçu sur le concept et les mesures de la biodiversité, l'influence du paysage sur cette dernière, et plus particulièrement pour le cas des Rhopalocères. Par la suite, dans le deuxième chapitre, notre intérêt est porté sur la description de la région d'étude, avec les différentes caractéristiques du milieu, notamment le climat comme facteur abiotique et les facteurs biotiques correspondant à la flore et à la faune. Les stations prospectées, les techniques utilisées sur le terrain et au laboratoire, ainsi que les différentes méthodes de calculs écologiques et statistiques employées pour l'exploitation des résultats sont abordées dans le troisième chapitre. Les principaux résultats sont regroupés dans le quatrième chapitre où nous avons établi la liste des papillons inventoriés dans les deux milieux, et leur répartition suivant les stations échantillonnées. Quant au cinquième chapitre, il renferme les discussions et les interprétations des résultats obtenus. Enfin, une conclusion générale accompagnée de perspectives clôture notre présente étude.

# **Chapitre I**

# **Biodiversité**

## Chapitre I: Biodiversité et les papillons de jour

### 1.1. Biodiversité : concept et mesures

Comment protéger notre environnement sans une connaissance des notions de bases ? Le concept de biodiversité, en tant que problème d'environnement, s'est formalisé au début des années 1980 (LÈVÊQUE et MOUNOLOU, 2008). « Biodiversité » est un raccourci des mots « biologie » et « diversité ». Il a été créé en 1986 lors d'un colloque de l'Académie des sciences américaine. Le succès fut foudroyant et le concept forgé par les scientifiques se mua rapidement en un problème d'environnement global au même titre que le changement climatique, ou la réduction de la couche d'ozone (LÈVÊQUE, 2011). Ce concept s'est concrétisé lors de la Conférence sur le développement durable de Rio de Janeiro en 1992, avec la signature de la Convention sur la diversité biologique (CDB) (LÈVÊQUE et MOUNOLOU, 2008). Et la biodiversité est devenue le cadre de réflexion et de discussion dans lequel on est amené à revisiter l'ensemble des questions posées par les relations que l'homme entretient avec les autres espèces et les milieux naturels (LÈVÊQUE et MOUNOLOU, 2008).

La Convention de la Diversité Biologique (CDB) est le premier texte de droit international définissant la diversité biologique et la reconnaissant comme une valeur que les États doivent protéger. Celle-ci est définie comme «la variabilité des organismes vivants de toutes origines, y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie. Cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (LE ROUX *et al.*, 2012). De même ABDELGUERFI (2003), définit la diversité biologique en un réservoir naturel de toutes les ressources génétiques (animales, végétales et microbiennes) ainsi que les relations qui peuvent exister entre elles. Le terme « biodiversité » évoque donc tout à la fois la diversité elle-même et la crise qu'elle traverse (LÈVÊQUE, 2011). Elle n'est pas distribuée de façon régulière sur Terre. La flore et la faune diffèrent selon de nombreux critères : le climat, l'altitude, les sols ou les autres espèces. D'autre part, plus de 99 % des espèces

qui ont vécu sur Terre depuis trois ou quatre milliards d'années sont aujourd'hui éteintes (BOUYGUES et PELLETIER, 2012). Il est évident que l'expansion démographique et économique de l'espèce humaine se fait au détriment des milieux naturels et des ressources biologiques: destruction d'écosystèmes pour développer les activités agricoles ou industrielles, surexploitation des ressources vivantes, pollutions urbaines et industrielles, etc. L'érosion de la biodiversité, c'est-à-dire de la disparition d'espèces et d'écosystèmes sous l'effet des activités humaines (LÈVÊQUE, 2011, BOUYGUES et PELLETIER, 2012). Selon LÈVÊQUE (2011) qu'il est légitime de penser que la biodiversité est la diversité des espèces vivant sur terre dont certaines, menacées de disparition, doivent être protégées. La conservation de la biodiversité est fondamentale pour le succès du processus de développement. Elle ne consiste pas simplement à protéger la faune et la flore dans des réserves naturelles. Il s'agit aussi de sauvegarder les systèmes naturels de la Terre qui forment le support de notre vie (ORTH et BALAY, 2011).

## **1.2. Biodiversité et la structure paysagère**

Le terme « écologie » a été défini pour la première fois par Haeckel en 1866, le champ d'investigation de cette discipline s'est progressivement élargi. BARBAULT (2008) la définit en tant qu'étude des interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des organismes. Le paysage est formé par un assemblage d'éléments de nature différente (BUREL et BAUDRY, 1999), plus ou moins fragmentés et connectés, qui forment la mosaïque paysagère. On peut définir la diversité d'un paysage comme une mesure des différences de nature, de taille ou de forme entre ces éléments. Cette hétérogénéité présente deux composantes : la diversité des éléments et la complexité de leurs relations spatiales.

Le paysage se compose d'une juxtaposition d'éléments appelés matrice, taches et corridors qui sont des éléments de forme linéaire entre les taches (PETIT et *al.*, 2008), LÈVÊQUE (2011) indique qu'il existe une définition « écologique » de la biodiversité : c'est la diversité de toutes les formes du vivant. On utilise aussi le terme « milieux » dans le langage courant. Les paysages et la biodiversité constituent aussi

un cadre de vie à préserver pour les populations humaines. Or les paysages et la biodiversité sont étroitement liés au travers des habitats et des écosystèmes (LE ROUX et *al.*, 2012).

D'après la définition de la Convention européenne du paysage, dite Convention de Florence en 2000 (CEP), « le paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (OUESLATI, 2011). En effet, la notion de biodiversité renvoie à la diversité du vivant à ses différents niveaux d'organisation, du gène au paysage. Il s'agit d'une diversité structurelle (MARIS, 2014). Le paysage a une dimension matérielle : sa structure est donnée par l'assemblage d'éléments biotiques et abiotiques ; les structures du paysage ont aussi un nombre considérable d'utilisateurs non humains. Les modes de gestion ont transformé les paysages et ont eu d'effets induits sur les flux, la répartition ou la fréquence des espèces (LEVREL et *al.*, 2015). Le fonctionnement des systèmes écologiques est régi par la biodiversité (BUREL et BAUDRY, 1999), qui est étroitement liée au paysage (ALTIERI, 1999).

Le paysage est un des éléments fondateurs de l'identité. Le champ d'application territoriale est très vaste puisqu'il porte sur tout le territoire des États en visant tant les espaces naturels et ruraux que les espaces urbains et périurbains (BERGÈ et *al.*, 2012). Et la dégradation massive des milieux naturels modifie le fonctionnement des écosystèmes et les impacts de ces transformations deviennent de plus en plus problématiques et visibles (MARIS, 2014). BUREL et BAUDRY (1999) considèrent que la surface, la qualité et la diversité ainsi que l'isolement des habitats déterminent la capacité d'accueil de chaque habitat et sont liées à la probabilité d'extinction des espèces. C'est pourquoi, la structure paysagère influence les processus d'extinctions locales, les mouvements inter-taches et les processus de colonisation. Par conséquent, on mesure l'influence sur la biodiversité de la gestion des territoires par les activités agricoles, que ce soit en termes d'équilibre entre milieux naturels et gérés, ou bien de qualité des milieux gérés par l'agriculture (LE ROUX et *al.*, 2012).

### 1.3. Le paysage et son influence sur la biodiversité, Cas des Rhopalocères

Les relations qui peuvent exister entre la structure du paysage et la distribution des espèces est une question importante en écologie du paysage. La complexité du paysage est considérée comme un facteur majeur de la répartition des espèces, notamment des insectes. Elle s'exprime en termes de composition et d'organisation dans l'espace (BUREL et BAUDRY, 1999).

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).

Dans le but de conserver la diversité biologique, il est nécessaire de comprendre le rôle de la connectivité, les effets négatifs de la fragmentation et de la perte d'habitats, WILCOX et MURPHY (1985), évoquent que la fragmentation des habitats est considérée comme l'une des plus sérieuses menaces sur la biodiversité et l'une des causes majeures des extinctions. Par ailleurs, WOOD et 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, HERVÉ (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 nombre ahurissant d'espèces dans le monde des insectes dépasse de loin tout ce qu'on peut observer ailleurs dans le règne animal (HERVÉ, 2009). Les insectes fascinent tout autant qu'ils font peur. Ils comptent parmi les animaux les plus familiers de la planète (MACQUITTY et MOUND, 1996), et forment un monde d'une diversité insoupçonnée (VON BRANDT, 2013). Ils représentent 80% de l'ensemble des êtres vivants. Les estimations les plus prudentes parlent d'un million d'espèces différentes ! (HUBLÉ, 1984). Leur nombre et leur diversité sont inimaginables mais il est encore plus fantastique de connaître la manière dont certaines espèces s'organisent, le rôle que chacun occupe au sein de la communauté (HUBLÉ, 1984). Les insectes jouent aujourd'hui encore un rôle clé dans l'équilibre naturel, car ils constituent la nourriture principale de très nombreux vertébrés et sont des pollinisateurs indispensables pour l'agriculture (VON BRANDT, 2013).

Les insectes et plus particulièrement les Papillons Rhopalocères commencent à être pris en compte dans les études d'impact et les plans de gestion de l'environnement (LAFRANCHIS, 2000). Les papillons sont sans nul doute les grands privilégiés de la vaste classe des Insectes (HERVÉ, 2009). Ils peuvent être observés par tout le monde dans les milieux les plus divers, et dans toutes sortes de biotopes (HERVÉ, 2009 ; BELLMANN, 2012), et se trouvent dans presque tous les habitats, aussi bien dans les forêts et les prairies que dans les régions marécageuses et les milieux urbains (BELLMANN, 2012). Nombreux sont ceux qui tirent un plaisir réel de l'observation des papillons ou de libellules (HUBLÉ, 1984), les papillons qui butinent de fleur en fleur sont un symbole de la nature vivante (ALBOUY, 2001), ils symbolisent une beauté fragile et fugace, butineurs impatients (HERVÉ, 2009). Les Papillons de jour constituent une heureuse exception, ils le doivent à la beauté spectaculaire de leurs couleurs, qu'ils constituent un petit groupe d'espèces, relativement faciles à identifier dans l'aire géographique (LAFRANCHIS, 2000).

La connaissance de l'interaction entre les éléments du paysage et les papillons, ainsi que beaucoup d'autres animaux, a des implications importantes de gestion. Biologiquement, il contribue à décider où placer les plantes nectarifères et nourricières

(WOOD et SAMWAYS, 1991). En raison de la destruction des forêts tropicales et de la perte d'habitats naturels au niveau mondial, de nombreux insectes, parmi lesquels des papillons, des coléoptères et des sauterelles, sont menacées de disparition (VON BRANDT, 2013). Ainsi, pour BELLMANN (2008), les mutations du paysage ont entraîné la disparition des biotopes auxquels étaient liés les Papillons, souvent à travers l'éradication des plantes nécessaires à l'alimentation des chenilles et des imagos. Une protection efficace passe donc par la préservation de l'ensemble du milieu fréquenté par le papillon, y compris les plantes dont se nourrissent les chenilles, les fleurs butinées par l'imago, les sites de rassemblement (LAFRANCHIS, 2000). D'après les travaux réalisés par WOOD et SAMWAYS (1991), les trajectoires de vol de papillon sont modifiées par la structure et l'orientation d'éléments du paysage. Certaines espèces de papillons se déplacent sur de longues distance ou sont migratrices, et ont pu résister jusqu'à présent à ces nouvelles conditions (ALBOUY, 2001). Par leur beauté naturelle. Les papillons sont aptes à susciter un engouement populaire pour la protection des sites naturels (TOLMAN et LEWINGTON, 1999 ; 2015). Par conséquent, RUNDLOF et SMITH (2006) ont déterminé que la diversité des papillons pouvait être augmentée par l'action de la pratique d'une agriculture biologique et de l'augmentation de l'hétérogénéité du paysage. Selon LAFRANCHIS (2000), toute mesure de restauration ou de gestion doit être complétée d'un suivi de population des espèces sensibles afin d'en évaluer les effets. Et l'intérêt principal de la loi est de faciliter grandement la protection d'un espace naturel remarquable si au moins une espèce protégée s'y trouve (ALBOUY, 2001).

#### **1.4. Les papillons de jours comme indicateurs de la structure paysagère**

Dans la plupart des cas, quelques groupes taxinomiques sont étudiés comme bio-indicateurs tels que les oiseaux pour leur rôle d'indicateur de structure paysagère, les invertébrés pour leur diversité ou les papillons pour leur importance patrimoniale (BUREL et BAUDRY, 1999). Et afin de mesurer l'état de santé d'un écosystème, BOUYGUES et PELLETIER (2012) pensent qu'il est également possible d'utiliser comme référent la quantification de la population d'une espèce dite «indicateur

biologique» ou un groupe d'espèces emblématiques. L'idée de faire un inventaire du monde vivant est ancienne. La diversité des espèces a excité la curiosité des scientifiques et des philosophes qui ont cherché à en étudier les formes et à en expliquer l'existence (LÉVÊQUE, 2011). Et pour évaluer la biodiversité, il sera nécessaire de procéder à des inventaires faunistiques et floristiques sur une zone, suivant une méthode d'échantillonnage donnée (BOUYGUES et PELLETIER, 2012). La biodiversité étant difficile à mesurer et les méthodes de quantification faisant encore l'objet de débats scientifiques, il est indispensable de disposer de critères plus simples permettant d'estimer le niveau de biodiversité. Dans les conventions internationales et à beaucoup d'autres niveaux, il est fréquemment mentionné la nécessité de développer des bio-indicateurs (LE TACON et *al.*, 2000). Aussi, afin d'évaluer le lien entre la biodiversité et la structure du paysage, l'étude doit être adaptée à l'écologie des populations du bio-indicateur choisi BUREL et BAUDRY (1999).

Si les espèces sont extrêmement diverses, beaucoup sont toutefois menacées de disparition (VON BRANDT, 2013). La destruction des biotopes demeure la cause première de régression des Insectes (LAFRANCHIS, 2000).

Depuis bientôt un siècle, une politique de protection très forte de certaines espaces, Bien que n'ayant pas été motivé par la sauvegarde des insectes, et en particulier des papillons, mais plutôt par celle des paysages, des milieux remarquables ou rares, des vertébrés et des plantes (ALBOUY, 2001), et des décrets de protection ont le grand mérite d'inscrire les Insectes dans un cadre juridique et d'attirer l'attention des décideurs (LAFRANCHIS, 2000). Il est fondamental d'avoir toujours à l'esprit de protéger des espèces, quelles qu'elles soient, sans préserver leur habitat (HERVÉ, 2009)

Les bio-indicateurs sont des agents essentiels des cycles biologiques, réagissent au moindre effet nocif, par un recul ou une extinction (TARRIER et DELACRE, 2008). Les papillons sont-ils des indicateurs fiables de l'état de l'environnement ? (LERAUT, 2012). Ils pâtissent de la dégradation de l'environnement et disparaissent inexorablement (LERAUT, 1992). Les lépidoptères sont le plus souvent d'excellents «bio-indicateurs». La présence de certaines espèces signifie que la plante nourricière

s'y trouve, ou que le site a été peu perturbé récemment. Néanmoins, l'absence d'autres peut révéler un fort approfondissement biologique de la station étudiée (LERAUT, 2012). Ils ne supportent pas un équilibre rompu par la moindre intervention, pression ou nuisance, sont des bio-indicateurs emblématiques de la valeur d'un milieu (TARRIER et DELACRE, 2008). Il est possible de considérer les papillons comme des outils disponibles, au service de la préservation de la diversité des milieux. Ils sont des indicateurs précieux du fonctionnement de nos réseaux écologiques et, par là, de l'état de notre environnement (LAFRANCHIS, 2000). En effet, les Papillons sont les véritables révélateurs pour le diagnostic d'une telle situation. Ils s'en avèrent être les meilleurs marqueurs synécologiques. Leur influence sur les écosystèmes se manifeste autant par leur présence que par leur absence (TARRIER et DELACRE, 2008). Par ailleurs, LAFRANCHIS (2000), les considère comme des indicateurs de l'évolution des milieux et des paysages. Cependant, beaucoup butinant les fleurs, il faut que celles-ci soient disponibles pour qu'ils subsistent (LERAUT, 2012). Aussi les troubles climatiques, modifient l'environnement de nos aimables papillons, lesquels régressent le plus souvent (LERAUT, 2012), et ils sont exposés à bien des menaces (LAFRANCHIS, 2000).

Quelques Lépidoptéristes se sont préoccupés du sort des Rhopalocères menacés dès le début du XIX siècle (LAFRANCHIS, 2000). De nombreuses espèces de Papillons sont aujourd'hui menacées de manière plus au moins sérieuse (BELLMANN, 2008). Et, on rapporte souvent qu'ils régressent partout et ont même complètement disparu en maints endroits (BELLMANN, 2012). 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). Et l'origine de ces menaces se situe dans la modification des milieux naturels, l'assèchement des zones humides, l'intensification des pratiques agricoles, la pollution des milieux, la destruction des biotopes, la chasse aux papillons ou le réchauffement global du climat (BELLMANN, 2008 ; HERVÉ, 2009). Préoccupé par le déclin apparent des populations de papillons a conduit à des projets visant à obtenir des informations quantitatives sur leur abondance et leur diversité (OWEN, 1975).

La sauvegarde de la nature appartient à tous et non à quelques écologistes actifs, l'amélioration de la protection de la nature (TOLMAN et LEWINGTON, 1999, 2015), passe par la réduction des dommages et des destructions. Les papillons n'ont pas attiré seuls l'attention des défenseurs de la nature. Leur protection légale, très récente, est indissociable du mouvement général de protection de la nature, qui concerne toutes les espèces vivantes, végétales comme animales, ainsi que les espèces naturels les plus remarquables (ALBOUY, 2001). VON BRANDT (2013), évoque que la meilleure protection des espèces est toujours la préservation des habitats. De même, HERVÉ (2009) admet qu'il est préférable de protéger un biotope, un milieu tout entier, qu'une ou deux espèces emblématiques, même si elles ont une valeur affective forte. En effet, la protection d'un papillon passe par celui de son biotope (TOLMAN et LEWINGTON, 1999, 2015). Des listes d'espèces protégées permettent à juste titre de préserver ces espèces et leurs biotopes (LERAUT, 2012). En effet, la législation est très bénéfique pour les papillons. La gestion raisonnée des espaces naturels protégés aboutit finalement à l'augmentation de la diversité biologique par une grande variété des milieux et des espèces. Les papillons en bénéficient directement (ALBOUY, 2001). A ce titre, l'espèce légalement protégée sert le plus souvent d'alibi pour préserver en fait tout un biotope remarquable (HERVÉ, 2009). BELLMANN (2008), juge que beaucoup reste à entreprendre dans le domaine de la recherche concernant les effets néfastes des substances toxiques (polluants, biocides, intrants agricoles) sur les Lépidoptères.

# **Chapitre II**

## **Région d'étude**

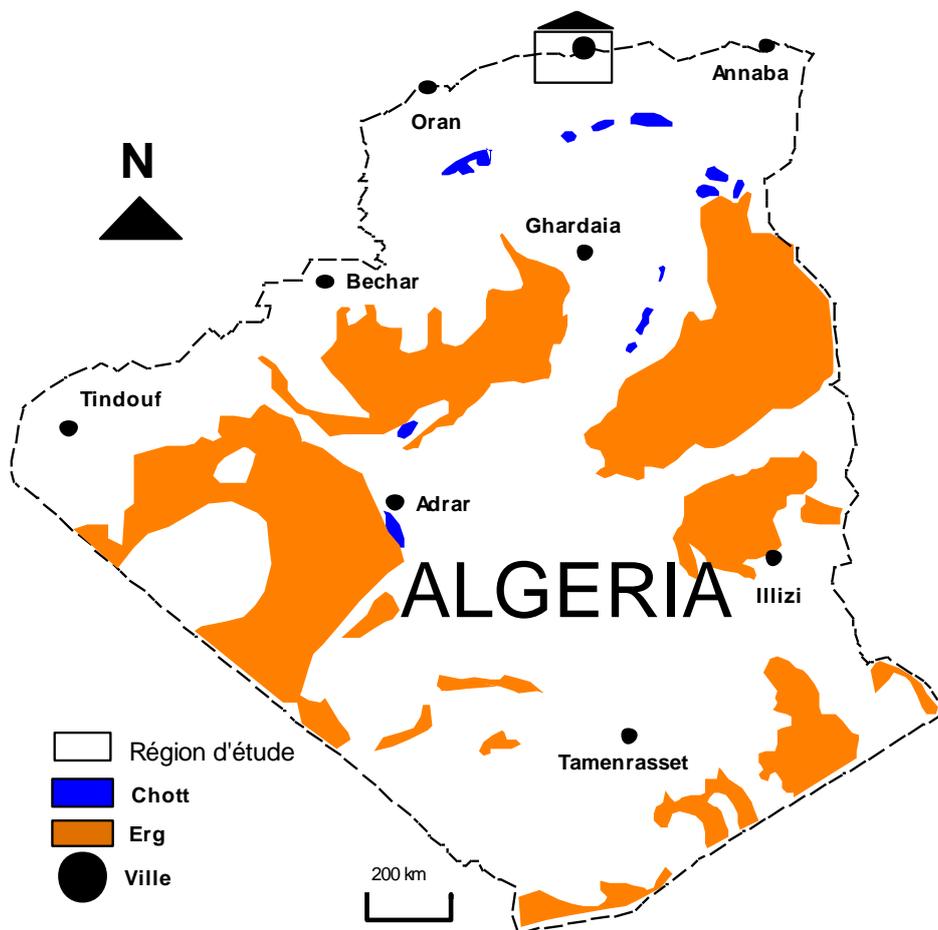
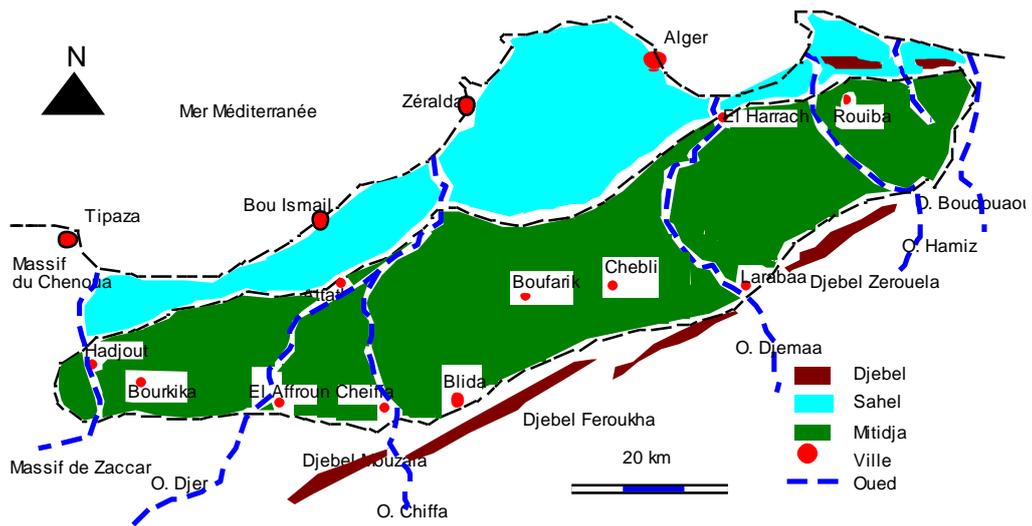
## Chapitre II: Présentation de la région d'étude

Ce chapitre est consacré à la localisation géographique du Sahel Algérois et de la partie orientale de la Mitidja. Les milieux physiques, les facteurs climatiques et les données bibliographiques relatives à la flore et à la faune des deux régions sont aussi abordés.

### 2.1. Situation géographique

Le Sahel d'Alger s'inscrit parmi les grandes structures géographiques de la région d'Alger (36° 36' à 36° 46' de latitude N., 2° 24' à 3°20' de longitude E.). Il forme la limite nord de la plaine de la Mitidja (SABATHE et *al.*, 1969) ; et présente une longue bande de terres hautes d'une largeur de 6km environ. Le Sahel algérois englobe tous les petits reliefs qui s'étendent entre le massif de Bouzaréah au Nord, les rives gauches de l'Oued El-Harrach au sud et au sud-est et droite de l'Oued Mazafran au sud-ouest (BENALLAL et OURABIA, 1988). Le Sahel couvre la majeure partie littorale du territoire d'Alger. Il est d'une largeur inégale allant de 4km à 20km et s'étale sur une superficie de 50 000 ha (CHENNAOUI, 2000). Il s'agit d'un anticlinal qui s'étale d'est en ouest le long de la Méditerranée sur une distance de 80 km environ, reliant le massif de Bouzaréah à l'est à celui du Chenoua à l'ouest (SABATHE et *al.*, 1969 ; RAÏSSI, 1995) (Fig.1).

Concernant la Mitidja, elle est la plus vaste plaine sub-littorale d'Algérie, et s'étend sur 100 km de long et sur 5 à 20 km de large. Sa superficie totale avoisine 140 000 ha (MUTIN, 1977). Par conséquent, sa partie orientale occupe une aire de près de 270 km<sup>2</sup> (36°31' à 36° 43'N. ; 3°04' à 3°25'E.). Celle-ci est limitée au nord par le Plateau de Belfort, les Dunes et la mer Méditerranée, au sud par l'Atlas tellien, à l'est par Oued Boudouaou, et à l'ouest par Oued El-Harrach (MUTIN, 1977). Elle est en pente légère allant de 70m d'altitude à Mefteh jusqu'à 20 m au niveau du domaine Lieutenant Si Boualem au nord de Rouiba (Fig.1).



**Figure 1.** Situation géographique de la région d'étude (Originale).

## **2.2. Facteurs abiotique du milieu**

Dans le présent paragraphe, les principales caractéristiques édaphiques, hydrologiques et les facteurs climatiques sont traitées.

### **2.2.1. Facteurs édaphiques et hydrologiques**

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (DREUX, 1974). Dans cette partie, la géologie, la pédologie et l'hydrologie seront développées.

#### **2.2.1.1. Géologie**

D'après SABATHE *et al.* (1969), la géologie et la géomorphologie du Sahel sont complexes. Les formations pliocènes et quaternaires ont des faciès pétrographiques très variés qui confèrent aux sols qu'elles forment des caractéristiques très différentes. L'hétérogénéité des sols est de plus compliquée par de fréquents phénomènes de remaniements anciens et récents dus à l'érosion, au colluvionnement, aux apports éoliens, aux apports de ruissellement et à l'action de l'homme. Et les effets de ces remaniements ajoutés aux variations pétrographiques des roches en place rendent très difficile l'établissement d'une typologie des sols et compliquent la cartographie. BENALLAL et OURABIA (1988), indiquent que le Sahel Algérois y est reconnu par trois parties principales:

- Le Sahel d'Alger essentiellement marneux d'âge plaisancien. Sa topographie mamelonnée est parcourue par un réseau hydrographique chevelu typique des terrains très peu perméables.
- Le plateau mollassique d'Alger est limité par de grandes falaises comme celles de Hamma et Telemly et celles de Hydra et de Birmandreis.
- Le piémont sud du Sahel, formé de dépôts argileux caillouteux du comblement de la Mitidja.

Par ailleurs, SABATHE et *al.* (1969) révèlent que les sédiments constituant les anticlinaux sont d'âge pliocène, ce sont à la base, les marnes du Plaisancien qui forment partout le substratum de la région du Sahel. Ces marnes sont surmontées de sédiments de l'Astien présentant les faciès lithologiques suivants :

- des marno-calcaires : limon, limons argileux fin, argile limoneuse, jaunes et gris, fortement calcaires à poches de carbonate, localement riche en fins débris de coquilles.
- Des grés-calcaires plus au moins friables : limons sableux à grosses poches farineuses de carbonate, très friables ; des grés en plaquettes inter-stratifiés de petits lits sableux ou marneux ; des grès calcaires durs coquilliers.
- Des calcaires en blocs avec des poches de calcaires pulvérulents et quelques strates de grès calcaire dur ou de croûtes calcaires minces parfois avec des galets siliceux roulés.
- Des calcaires durs à lithothamniées.

En ce qui concerne, la Mitidja, sa géologie est complexe. MUTIN (1977) indique qu'à partir du Miocène, la Mitidja est sans doute un compartiment effondré. A la sortie de l'Atlas tellien Oued El-Harrach et Oued Djemaâ écoulent leurs eaux dans les épandages d'alluvions de rharbien récent. Ce même type de sol est traversé par Oued Hamiz et Oued Boudouaou à l'approche de leurs embouchures alors qu'Oued Réghaia passe par des alluvions rharbiennes anciennes. Selon le même auteur, depuis Hamiz jusqu'à Réghaia les sols sont peu évolués avec une tendance vertique. Les vertisols occupent une place réduite dans la partie orientale de la Mitidja. Celles ci ne dépassent guère les 5000ha. Ils se retrouvent entre les Eucalyptus, Hamadi et à proximité de Réghaia. Ces sols sont à profil assez homogène avec une cohésion et une consistance très forte.

#### **2.2.1.2. Pédologie**

Les facteurs de formations des sols sont nombreux : le climat, la roche mère, la géologie, la géomorphologie, la topographie et le facteur humain. Ces derniers suivant leur importance orientent le processus pédogénétiques et régissent la distribution des sols dans le paysage (IFTENE, 1999).

Le Sahel renferme une grande variété de sols. Les plus fréquents sont représentés par la classe des sols à sesquioxydes de fer, la classe des sols peu évolués d'apport alluvial, sols peu évolués d'érosion et des sols minéraux bruts (BERNOU, 2001). De même, IFTENE (1999) note que les sols les plus répandus appartiennent à la classe des sols à sesquioxydes de fer ou le processus de brunification et de rubéfaction, l'emportent sur les autres processus comme l'hydromorphie et la carbonation. Par ailleurs, RAÏSSI (1995), cite le sous sol de l'ensemble du Sahel est formé par les argiles marneuses du sahalien dont l'épaisseur peut être évoluée au moins de 250 mètres, les marnes jaunes dominant dans la région de Koléa. Les roches siliceuses, sable et grès règnent presque exclusivement sur le plateau alors que les marnes et calcaires dominant sur les versants.

Selon IFTENE (1999), la forte teneur en fer et la faible quantité d'humus sont responsables de la couleur rouge. A côté des sols rouges, on rencontre les sols bruns méditerranéens correspondant à des sols inter grades incomplètement rubéfiés ayant subi une décarbonation partielle. Les autres processus (vertisme et hydromorphie) sont beaucoup moins importants.

Pour ce qui concerne la Mitidja, MUTIN (1977), signale que les sols de cette zone se composent de cinq (05) classes : sols peu évolués, sols hydromorphes, sols à sesquioxydes de fer, sols calcomagnésiques et les vertisols.

Les sols peu évolués sont les plus étendus et ils recouvrent près de 75 000 ha. De part leur importance relative, ils donnent à la plaine son caractère d'homogénéité. Ils se sont développés exclusivement sur les alluvions rharbiennes récentes (MUTIN, 1977). Ils sont de structure proche de celle de la roche mère, caractérisés par une faible altération du milieu minéral et la faible teneur en matière organique (DUCHAUFOR, 1983). Les sols à sesquioxydes de fer occupent une superficie de 13 500ha, renfermant des sols rouges, au niveau des cônes de déjection de l'Atlas ou partiellement au pied des monticules du Sahel. Leur texture est argilo-limoneuse. Quant aux sols calcomagnésiques et aux vertisols sont notées dans la partie centrale et orientale de la Mitidja et les terres hydromorphes se retrouvent dans le bas de Mazafran (MUTIN, 1977).

### 2.2.1.3. Hydrologie

Le Sahel d'Alger est caractérisé par un réseau hydrographique dense (RAÏSSI, 1995). Le territoire Algérois est traversé par deux importants cours d'eau de grande envergure territoriale. L'oued El-Harrach à l'est et l'oued Mazafran à l'ouest se rencontrent en fer à cheval et forment avec des oueds au régime intermittent un réseau hydrographique qui connaît parfois des fortes crues lors de la saison des pluies. Parmi ces derniers sont à mentionner : Oued Mahelma, Oued Beni Messous et Oued El Kerma. Ces multiples voies d'eau descendent des lignes de crêtes des monts de Bouzaréah, Mahelma vers la mer pour rejoindre des cours d'eau d'une plus grande importance qui s'élargissent à leur tour en embouchures. Notons que certains cours d'eau historiques furent ensevelis par des travaux d'aménagement urbain, tels que ceux du : Ravin de la Femme sauvage, Frais Vallon, Ravin de l'oued Koreiche et de l'oued M'kacel (CHENNAOUI, 2000). Et d'après SABATHE et *al.* (1969), deux oueds importants traversent le périmètre en venant de la Mitidja, il s'agit bien d'oued Nador à l'ouest et le Mazafran dans la partie centrale. MOULTI et *al.* (2003), indiquent que la zone côtière renferme des nappes peu profondes exploitées pour l'irrigation, l'eau de cette nappe devienne salée à des endroits, probablement par intrusion marine. Le plateau de Koléa-Fouka renferme une nappe assez profonde et relativement abondante exploitée par de nombreux puits. Alors qu'IFTENE (1999), signale que la région du plateau de Souidania, Rahmania et Douéra renferme des nappes peu abondantes et de profondeur variable.

Pour ce qui est du réseau hydrographique de la plaine de la Mitidja, il est à noter d'Ouest en Est, les oueds Nador, Mazafran, El-Harrach, ces cours d'eau naissent dans l'Atlas Tellien en traversant la plaine vers le nord et franchissent le Sahel par des cluses. Dans la partie orientale de la Mitidja, Oued El-Harrach traverse la plaine de la Mitidja du Sud vers le Nord pour s'infléchir au pied du Sahel jusqu'à la cluse d'El-Harrach (AYME, 1956). MUTIN (1977), signale la présence d'Oued El-Harrach qui prend sa source des Monts de Tablat et reçoit sur sa rive droite les eaux d'Oued Djemaâ. Il note également à l'est, la présence de l'Oued Hamiz. Un troisième oued, celui de Boudouaou qui constitue une limite physique à l'est de la région d'étude.

### **2.2.2. Facteurs climatiques**

Pour cette partie, plusieurs paramètres climatiques sont abordés. Il s'agit de la température, des précipitations, du vent et de l'humidité relative de l'air. Selon DAJOZ (1975), les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de température, d'humidité relative et de pluviométrie. En deçà ou au-delà de ces limites, les populations sont éliminées. Par ailleurs, FAURE (1986), révèle que le climat varie à la fois selon la latitude et la longitude géographiques, mais également en fonction de l'altitude.

La station météorologique représentative des deux régions d'étude est celle de Dar El Beida (Alger). Les données climatiques prises en considération correspondent aux années 2009, 2010 et 2011.

#### **2.2.2.1. Températures**

La température est le facteur le plus important parmi les facteurs climatiques (DREUX, 1980). Chaque espèce peut vivre que dans un certain intervalle de température limité au-dessus par des températures létales maximales et au-dessous par des températures létales minimales. En dehors de cet intervalle, elle est tuée par la chaleur ou par le froid (DREUX, 1974). De même RAMADE (1984), signale que la température contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. Les organismes vivants peuvent échapper en partie à des conditions thermiques défavorables en recherchant diverse microclimats dans leur milieu (DAJOZ, 1971). La solution idéale est évidemment la migration à grande distance qui permet d'échapper totalement aux conditions défavorables thermiques ou autres. Les valeurs moyennes mensuelles des températures, des maximales et des minimales sont placées dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales exprimées en degrés Celsius et enregistrées en 2009, 2010 et 2011 dans la station météorologique de Dar El Beida.

T (°C)		Mois											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2009	M	15,9	16,9	19,2	20,4	27,2	30,9	33,9	32,3	28,2	26,2	23,6	19,9
	m	6,8	4,0	6,0	8,2	13,6	16,6	20,9	21,1	17,4	13,1	9,9	7,8
	M+m/ 2	11,4	10,5	12,6	14,3	20,4	23,7	27,4	26,7	22,8	19,7	16,8	13,9
2010	M	16,9	18,9	19,8	21,9	24,3	28,1	31,7	31,7	29,4	25,5	19,7	18,3
	m	7,0	8,1	8,8	10,6	11,1	15,3	19,5	19,4	17,5	13,7	10,6	6,9
	M+m/ 2	12,0	13,5	14,3	16,2	17,7	21,7	25,6	25,6	23,5	19,6	15,1	12,6
2011	M	17,0	17,0	20,2	23,2	25,5	28,3	32,8	33,5	29,4	26,3	21,7	17,9
	m	6,4	5,7	8,3	11,0	14,1	16,9	20,2	20,8	17,9	13,8	11,4	7,1
	M+m/ 2	11,7	11,3	14,3	17,1	19,8	22,6	26,5	27,1	23,7	20,1	16,6	12,5

(O.N.M. Dar El Beida, 2009, 2010, 2011)

**M** : la moyenne mensuelle des températures maximales.

**m**: la moyenne mensuelle des températures minimales.

**O.N.M.** : Office Nationale Météorologique

En 2009, le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 27.4°C., une température maximale de 33.9°C., et une température minimale de 20.9°C. Le mois le plus froid est février avec une température moyenne de 10.5°C., une température maximale de 16.9°C., et une température minimale de 4.0°C (Tab.1). Il est à souligner que la valeur thermique mensuelle moyenne la plus forte et la plus faible est signalée en 2009. Pour l'année 2010, juillet et août présentent les deux mois les plus chaud avec 25.6°C, et janvier représente le mois le plus froid avec une température moyenne de 12.0°C. Quant à l'année 2011, le mois d'août marque une température moyenne élevée avec 27.1°C. et la valeur la plus faible est signalée au mois de février avec 11.3°C (Tab.1) (Source Station météorologique de Dar El Beida).

### 2.2.2.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (RAMADE, 1984). D'après DAJOZ (1971), l'eau est essentielle pour le maintien et le développement de la vie. Elle représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces

en état de vie active (DAJOZ, 1996). Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune. A ce titre, DREUX (1980), la définit en tant qu'hauteur annuelle des précipitations en un lieu, exprimée en centimètres ou en millimètres. Les valeurs mensuelles des précipitations des années 2009, 2010 et 2011 sont enregistrées dans le tableau 2.

**Tableau 2.** Précipitations mensuelles exprimées en mm relevées dans la station de Dar El Beida pour les années 2009, 2010, et 2011.

Années	Mois												Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2009	141,9	23,1	65,0	71,2	33,4	0,0	0,8	13,6	92,6	14,4	57,3	108,0	621,3
2010	48,1	48,9	99,1	33,1	25,9	4,8	0,1	22,8	12,5	143,2	117,4	93,0	648,9
2011	66,6	135,5	33,8	87,4	70,8	13,9	0,5	5,7	31,4	36,6	141,5	58,3	673,0

(O.N.M. Dar El Beida, 2009, 2010, 2011)

**P :** Précipitations exprimées en (mm).

**O.N.M. :** Office Nationale Météorologique

Le tableau 2 regroupe les hauteurs mensuelles des précipitations dans la station météorologique de Dar El Beida. La pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 600 à 800 mm (SELTZER, 1946). On remarque une grande variabilité des précipitations entre les mois et entre les années. Le maximum de précipitation a été enregistré au cours de l'année 2011 avec 673.0 mm (Tab.2) et le minimum annuel est de 621.3 mm est noté en 2009. En effet le régime de précipitations est de type méditerranéen avec un minimum en été. En général, les mois les plus secs sont juin, juillet, et août pour les trois années considérés.

Durant l'année 2009, la quantité de pluie la plus importante est de 141.9 mm enregistrée en mois de janvier, et la plus faible est de 0 mm notée au mois de juin. En 2010, le mois le plus pluvieux est octobre avec 143.2 mm de pluie, et une baisse hauteur de pluie a été enregistrée durant le mois de juillet avec 0.1 mm. Quant à l'année 2011, c'est une année pluvieuse par rapport aux deux précédentes. La valeur la plus élevée est marqué en mois de novembre avec 141.5 mm et la plus basse est notée pendant le mois de juillet avec 0.5 mm.

### 2.2.2.3. Humidité relative

Les exigences de l'humidité varient d'une espèce à une autre (DREUX, 1980), et elle peut influencer fortement sur les fonctions vitales des espèces. D'autre part, DAJOZ (1971), révèle que l'humidité relative de l'air agit sur la densité des populations animales provoquant une diminution du nombre des individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables. Cependant, DREUX (1980), note que l'humidité absolue est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. Cet auteur définit l'humidité relative de l'air en tant qu'un rapport en pourcentage de la pression réelle de la vapeur d'eau à la pression de vapeur saturante à la même température. Et cette humidité selon FAURIE et *al.* (1977, 1980), dépend d'autres facteurs climatiques tels que la pluviométrie, le nombre de jours de pluie, de la forme de ses précipitations (orages ou pluie fine), de la température et du vent. Les mesures de l'humidité relative, en pourcentage, dans la station de Dar et Beida sont mentionnées dans le tableau 3

**Tableau 3.** Taux d'humidité relative moyennes exprimées en (%) des années 2009, 2010 et 2011 enregistrées à la station météorologique de Dar El Beida

Années	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2009	81	74	80	77	71	67	67	76	78	77	75	78
2010	79	73	76	81	72	71	71	75	72	76	83	76
2011	84	81	76	80	77	76	70	69	76	74	77	83

(O.N.M. Dar El Beida, 2009, 2010, 2011)

D'après le tableau 3, le taux d'humidité relative moyenne maximale pour l'année 2009 est enregistré au mois de janvier avec 81% et le taux moyen minimal est noté aux mois de juin et juillet avec 67%. En 2010, on enregistre une valeur élevée d'humidité relative moyenne en novembre avec 83% et une valeur assez basse en juin et juillet avec 71%. Alors que durant l'année 2011, c'est en janvier qu'on note une valeur importante de 84%, et un taux assez bas d'humidité durant le mois d'août avec 69%.

#### 2.2.2.4. Vent

Le vent constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant (RAMADE, 1984), et exerce une grande influence sur les êtres vivants (FAURIE et *al.*, 1980). Il a une action indirecte, en activant l'évaporation puis entraîne la sécheresse et augmente le refroidissement par circulation de l'air (DREUX, 1980) (Tab.4).

Le sirocco est un vent sec et chaud. Il souffle en toutes saisons, avec une légère prédominance printanière et estivale. Il dure rarement plusieurs jours de suite (SELTZER, 1946).

**Tableau 4.** Vitesses mensuelles des vents maximales des années 2009, 2010, et 2011 exprimées en mètres par seconde relevées dans la station météorologique de Dar El Beida.

Années	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2009	9,70	9,80	8,60	8,60	8,60	7,80	8,00	9,50	9,10	8,40	7,70	10,10
2010	10,20	11,80	10,60	8,00	9,60	8,60	9,90	9,10	9,00	9,40	9,50	8,10
2011	7,70	11,60	10,90	11,40	10,90	10,70	11,80	12,00	10,30	9,70	10,50	8,80

(O.N.M. Dar El Beida, 2009, 2010, 2011)

**V (m/s) :** Vitesse mensuelle du vent maximal en mètres par seconde.

A partir du tableau 4, nous remarquons que durant l'année 2009, la vitesse mensuelle des vents maximaux la plus élevée est enregistrée au mois de décembre avec 10.10 m/s. Et la valeur minimale est mentionnée pendant le mois d'octobre avec 7.70 m/s. Pour l'année 2010, la valeur la plus importante est notée au mois de février avec 11.80m/s, et une valeur minimale est notée en juin avec 8.60m/s. Quant à l'année 2011, le mois qui a marqué la valeur la plus élevée du vent est août avec 12.00m/s. La valeur la plus basse a été enregistrée durant le mois de janvier avec 7.70m/s.

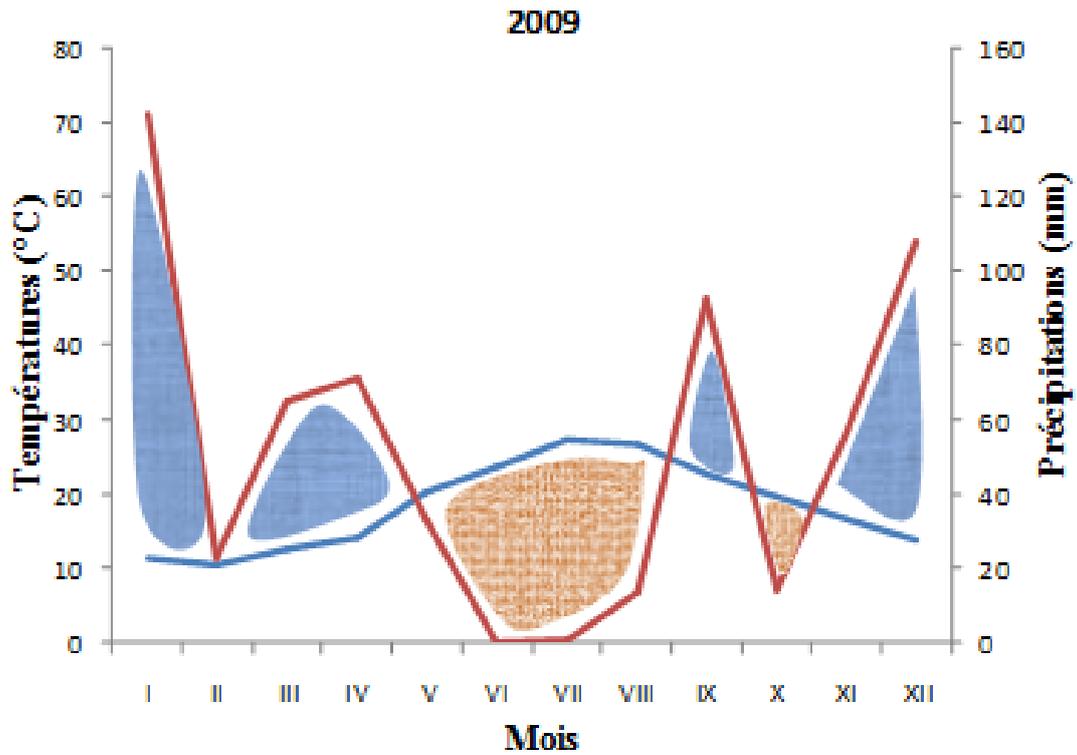
## 2.5. Synthèse des données climatiques

### 2.5.1. Diagrammes ombrothermique de GAUSSEN

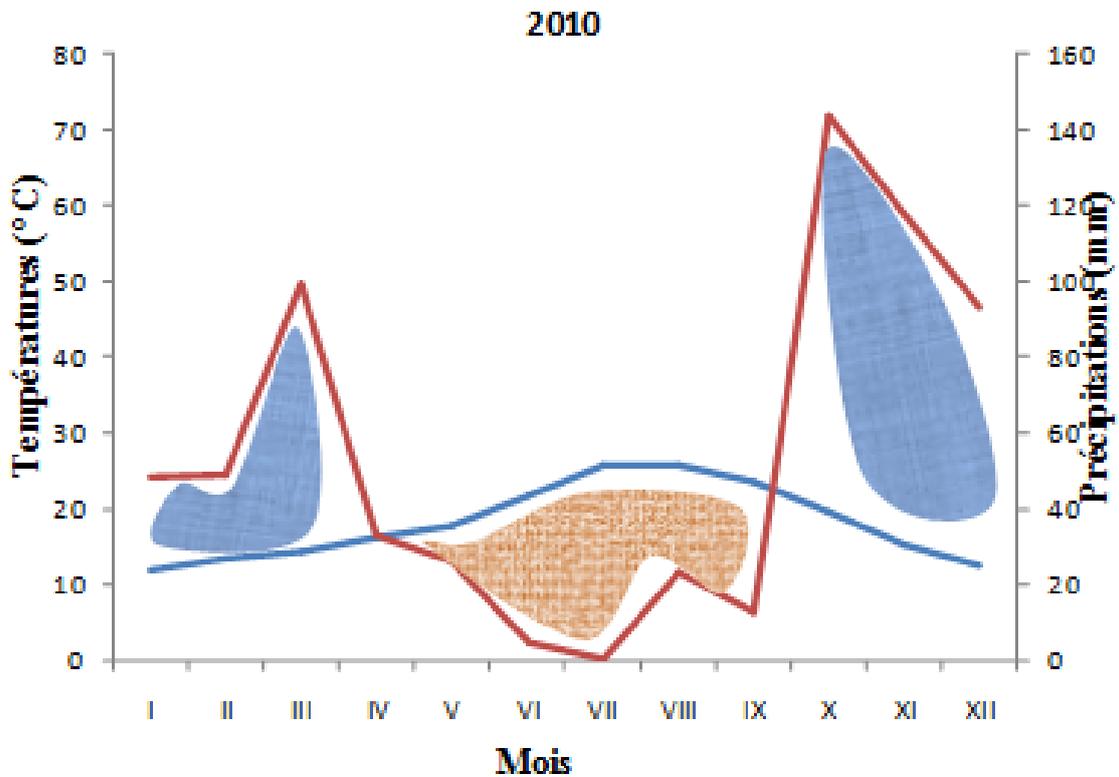
D'après MUTIN (1977), le diagramme ombrothermique de GausSEN permet de définir les mois secs. GAUSSEN considère que la sécheresse s'établit lorsque les précipitations totales exprimées en millimètres sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius ( $T = 2P$ ) (DAJOZ, 1971). Par ailleurs, DREUX (1980) signale le climat est sec quand la courbe des températures descend au dessous de celle des précipitations. Il est humide dans le cas contraire. Et selon DAJOZ (1982) il est possible de tracer des diagrammes ombrothermiques ou pluviométriques dans lesquels on porte en abscisses les mois et en ordonnées les températures moyennes mensuelles à gauche et les hauteurs de pluie à droite avec une échelle double par rapport à celle des températures.

Le diagramme ombrothermique pour l'année 2009, montre que celle-ci est marquée par l'existence de trois périodes humides entre coupées par deux périodes sèches. La première période humide s'étend du mois de janvier à la mi-mai, suivie par la première période sèche allant de mi-mai jusqu'au fin août et par une deuxième période humide du mois de septembre, interrompu par la deuxième période sèche du mois d'octobre. Enfin la troisième période humide allant de début de novembre au mois de décembre (Fig.2).

L'année 2010, est marquée par deux périodes humides interrompues par une période sèche. La période humide débute du mois de janvier jusqu'à mi-avril et la seconde commence de fin septembre et se termine au mois de décembre. Par contre la saison sèche dure un peu plus de 5 mois. Elle va de la mi-avril jusqu'au fin septembre (Fig.2). Quant à l'année 2011, la période humide s'étend sur deux phases, de janvier à fin mai, et de mi-octobre au mois de décembre. Alors que la période sèche débute de juin à la mi-octobre (Fig.2).



**Figure 2a.** Diagramme ombrothermique de la région d'Alger pour l'année 2009



**Figure 2b.** Diagramme ombrothermique de la région d'Alger pour l'année 2010.

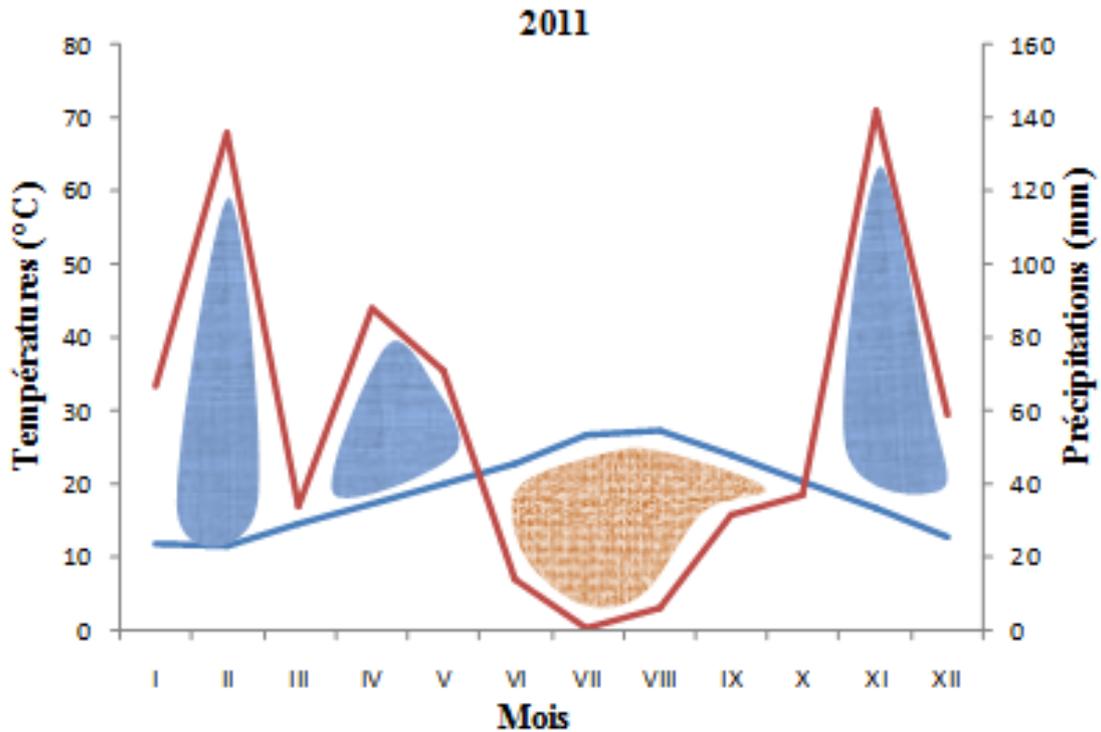


Figure 2c. Diagramme ombrothermique de la région d'Algier pour l'année 2011.



### 2.5.2. Climagramme d'Emberger

Afin de caractériser le climat méditerranéen, EMBERGER a défini un quotient pluviothermique (DREUX, 1980). Selon DAJOZ (1971) le climagramme a pour but de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. Ce quotient est donné d'après STEWART (1975) par la formule suivante :

$$Q_3 = 3.43 \times P / (M - m)$$

**Q<sub>3</sub>** : le quotient pluviométrique d'Emberger.

**P** : la somme des précipitations des années prises en considération.

**M** : la moyenne des maxima du mois le plus chaud exprimée en degrés Celsius.

**m** : la moyenne des minimales du mois le plus froid en degrés Celsius.

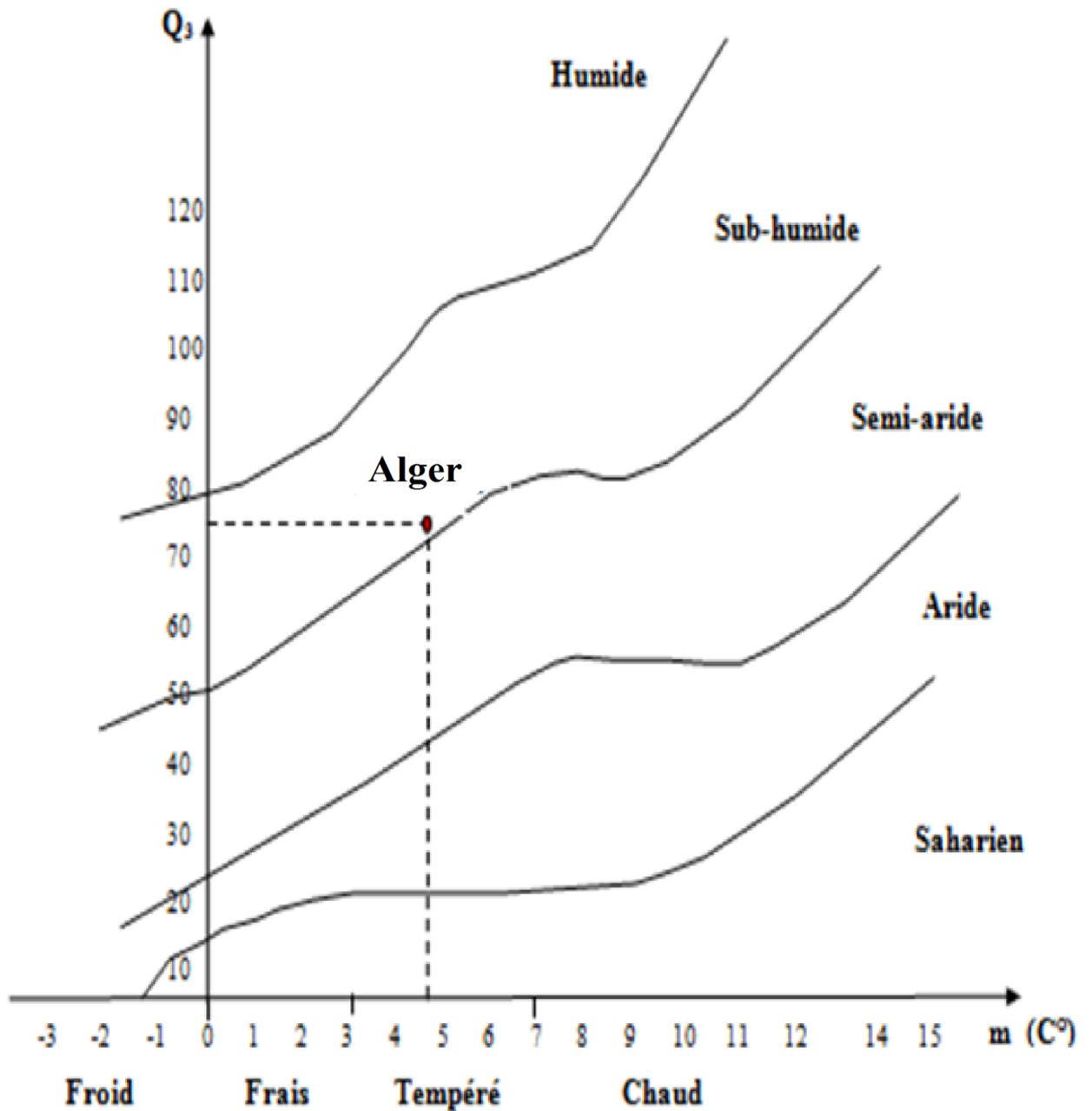
Les valeurs du quotient combinées à celles de « m » sur le climagramme d'Emberger, permettent de déterminer l'étage bioclimatique de la région d'Alger (station de Dar El Beida), calculé sur 17ans, soit de 1995 à 2011. La valeur obtenue est égal à 75.12. La somme des précipitations annuelles est égale à 611mm. On constate que la région d'Alger se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Fig. 3).

$$P = 611 \text{ mm}$$

$$M = 32.6 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$m = 4.7 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$Q_3 = \frac{3,43 \times 611}{32.6 - 4.7} = 75.12$$



**Figure 3.** Climagramme d'Emberger (1995-2011) pour la région d'Alger.

## 2.6. Facteurs biotiques du milieu

La conservation de la biodiversité constitue un enjeu planétaire qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore (LOBO et *al.*, 1997). A cet effet, il serait intéressant de donner un aperçu sur les facteurs biotiques représentés par la végétation et la faune des deux régions d'étude.

### 2.6.1. Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude

L'action destructive que subit le milieu naturel est parfaitement perceptible au niveau du territoire métropolitain algérois, ou on assiste depuis l'indépendance à des transformations qui s'accroissent et se généralisent, ainsi que des mutations que subit le paysage algérois (SIDI MOUSSA et AIT CHERKIT, 2000).

Les formations végétales caractéristiques du bassin méditerranéen sont le chêne-liège et le pin d'Alep dans les forêts de Baïnem (507 ha), Ain Benian, Bouloughine, Bouzareah et Cheraga. La forêt de Sidi Fredj (96ha) est composée de pins d'Alep et de pins maritimes. Entre Mahelma et Zéralda des Pins d'Alep, des Eucalyptus et des Cyprès occupent un grand terrain d'une superficie de 330 ha (CHENNAOUI, 2000). Par ailleurs, BERNOU (2001) signale que la végétation naturelle est rare, très dégradée et concerne exclusivement les sommets de pente, ces derniers sont utilisés pour la céréaliculture. Les cultures maraichères sont la spéculation la plus importante du point de vue occupation des sols. En ce qui concerne la zone la plus sableuse (nord de ce périmètre) est utilisé pour l'agrumiculture. Selon BELLEILI (1981), HAMDI (1989), MERABET (1995 et 1999), MILLA (1996, 2000), MILLA et *al.* (2005) ; NADJI (1997 et 2003) ; SAIGHI (1998) ; BENBRAHAM et LASFER (1999) ; et DJENNAS-MERRAR (2002), la végétation du Sahel Algérois reste riche et diversifiée, elle est constituée par les trois strates végétales ; citons la strate arborescente qui se compose notamment par les *Pinaceae*, *Cupressaceae* et des *Myrtaceae*. La strate arbustive est formée essentiellement par les brises vents, des arbres ornementaux et des arbres fruitiers. Quant à la strate herbacée, elle est représentée par des *Poaceae*, *Fabaceae*, *Convulvulaceae*, *Asteraceae*, et les *Chenopodiaceae*.

La plaine de la Mitidja est hautement diversifiée en termes floristiques, cette diversité botanique est de type méditerranéen. Beaucoup de travaux sur la végétation ont été réalisés, il est à noter ceux de BOULFEKHAR (1989), ABDELKRIM (1995), KHADDEM et ADANE (1996). Et selon WOJTERSKI (1985), cette région est favorable à maintes cultures telles que les agrumes, les vignobles, les cultures maraichères et céréalières. On retrouve les trois strates de végétation ; l'arborescente

atteignant les 20 à 25m de haut, elle est dominée par les *Pinaceae*, les *Cupressaceae*, et les *Casuarinaceae*. La strate arbustive ne dépassant pas les 8m, représentée par les *Rhamnaceae* et les *Oleaceae*. Quant à la strate herbacée est représentée par les Poacées, solanacées et des légumineuses.

### **2.6.2. Données bibliographiques sur la faune de la région d'étude**

Le Sahel algérois possède une faune assez riche. Elle se compose de vertébrés et d'invertébrés, ces derniers sont de loin les plus nombreux. Les mammifères sont représentés par : le porc-épic, l'hérisson d'Algérie, le lapin de garenne, le lièvre commun, le sanglier (REMINI, 2007). Et des mammifères de petites tailles et moyennes dont les rongeurs sont les plus cités, ils sont au nombre de 7 tel que : la musaraigne, le rat noir, le rat rayé, la souris domestique (BAZIZ *et al.*, 2008). ARAB (1997), cite quelques espèces de Reptiles et d'Amphibiens dont les plus communs ; *Tarentola mauretana* (la Tarente), *Bufo mauritanicus* (le Crapaud), *Psammodromus algirus* (l'Algire). Par ailleurs, les oiseaux comptent un nombre assez important de représentants, on distingue plusieurs dizaines d'espèces nicheuses appartenant aux familles des Accipitridae, Falconidae, Turdidae, Fringillidae (MOULAI 1997 ; ZEMMOURI 1997 ; MAKHLOUFI *et al.* 1997 ; MILLA (2008).

L'inventaire des invertébrés est loin d'être achevé. Parmi les vers de terre les plus communs on note l'espèce, *Allolobophora roseus* (BAHA, 1997 ; TALBI-BERRA 1998). Les escargots et les limaces sont notamment cités par (BENZARA, 1981), ils sont représentés surtout par les Helicidae. Les arthropodes sont les plus abondants en nombre d'espèces et d'individus, et sont les plus étudiées. Ils comprennent des Arachnides, des Crustacés, des Myriapodes et surtout des Insectes dont beaucoup d'ordres ont été cités à l'exemple des Orthoptères, des Homoptères, des Coléoptères, des Hyménoptères (DAOUDI-HACINI *et al.*, 2007 ; BARECH *et al.*, 2011 ; SMAÏ *et al.*, 2014).

La faune de la plaine de la Mitidja a retenu l'attention de plusieurs chercheurs. De nombreux travaux sont réalisés, ainsi que des recensements ont été effectués. Il est à souligner les travaux de BAHA et BERRA (2001) sur les Oligochètes, (MOKABLI,

2002 ; HAMMACHE, 2010) sur les Nématodes. (GUESSOUM, 2011 ; GHEZALI et FEKKOUN, 2012) sur les Acariens. BENZARA (1982, 1985) sur les Escargots et Limaces. MOLINARI (1989) sur les Myriapodes et les Crustacées, DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1992) sur les Arachnides. Quant aux insectes, ils sont les plus étudiés. A titre d'exemple on cite les travaux de ; (KABASSINA (1990) et BOUTERA (1999) sur les Orthoptères, BENDIFALLAH *et al.* (2010) sur les Apoïdes, MEZIOUD *et al.* (2004) sur les Lépidoptères, (BOUDAOU, (1998) et SAHARAOU (2011) sur les Coléoptères. En ce qui concerne les Vertébrés, on cite les travaux d'ARAB (2008) sur les Reptiles, BELLATRECHE (1983), BENMESSAOUD (1989), BENDJOUDI (1999, 2008) et TAIBI *et al.* (2008) sur les Oiseaux.

# **Chapitre III**

# **Méthodologie**

## Chapitre III : METHODOLOGIE

Le troisième chapitre s'intéresse au choix et à la description des stations d'étude. Suivi par les méthodes adoptées pour l'étude des papillons de jours. Enfin, nous aborderons les indices écologiques et les méthodes statistiques utilisées pour l'exploitation des résultats.

### 3.1. Présentation des stations d'étude

#### 3.1.1. Choix et description des stations

L'étude des papillons de jour a lieu dans les milieux parmi les plus représentatifs de la région algéroise. Il s'agit des milieux agricoles et des milieux naturels. Les parcelles agricoles sont situées à Souachette dans la région de Rouiba et les habitats naturels sont localisés au niveau du Parc zoologique d'Alger à Ben-Aknoun (Fig.4).

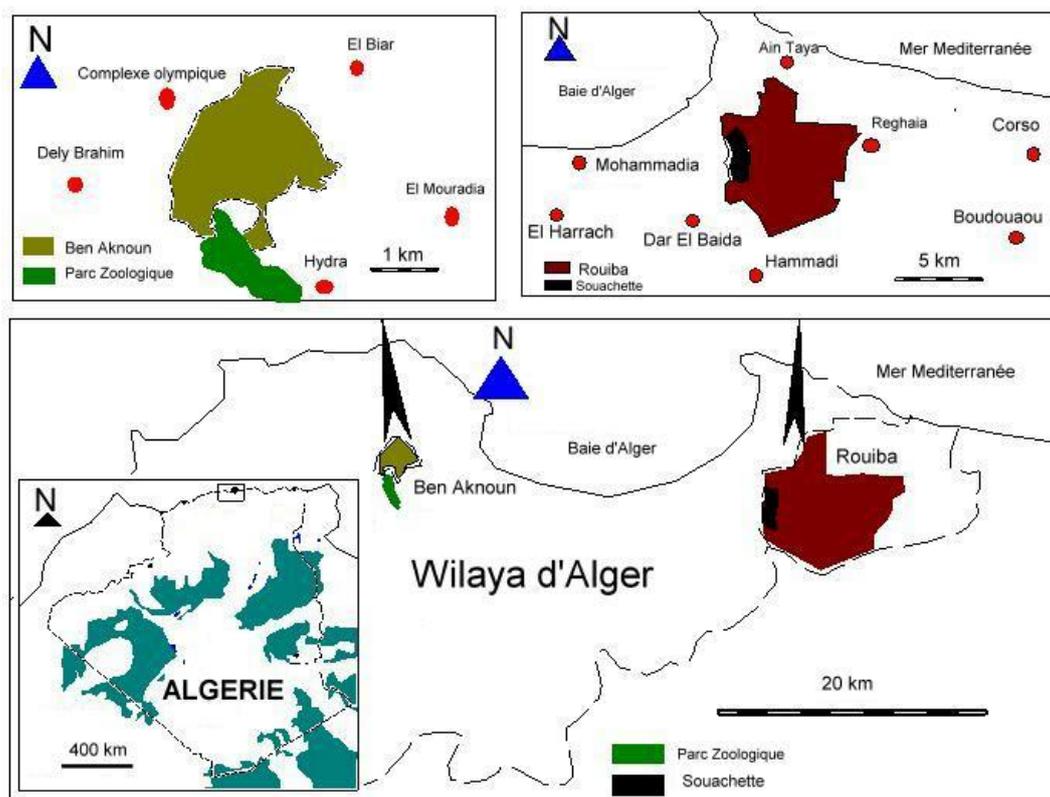


Figure 4. Localisation géographique des milieux échantillonnés (Originale).

Cinq types de cultures sont choisis pour la zone agricole de Rouiba et trois habitats naturels sont sélectionnés pour le Parc Zoologique d'Alger. La description de la végétation de chaque site est réalisée grâce à des transects végétaux de 50 ×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. De même RAMADE (1984), signale que les peuplements des végétaux peuvent être étudiés en évaluant l'abondance des diverses espèces qu'ils comportent. Les espèces botaniques recensées suivent la classification adoptée par QUEZEL et SANTA (1962, 1963). Pour évaluer le recouvrement global de chaque espèce végétale présente dans les différentes stations, nous avons utilisé la formule de DURANTON et *al.* (1982)

$$R_G = xi \times \pi (d/2)^2 \times 100/S$$

**R<sub>G</sub>** : Le recouvrement global d'une espèce végétale sur le terrain

**xi** : Le nombre de touffes de l'espèce végétale considérée.

**d** : Le diamètre moyen de la plante en projection orthogonale.

**S** : La surface du transect soit 500m<sup>2</sup>.

### 3.1.1.1. Milieux agricoles

Notre étude a été réalisée dans des exploitations agricoles privées de la région de Rouiba. Cette dernière se situe à 22km d'Est de la capitale et à 7km de la mer Méditerranée. Cette région est limitée par la commune d'Ain Taya au nord, au sud par la commune de Khemis Khechna, à l'est par la commune de Dar El Beida (APC-Rouiba). Bien que la région de Rouiba soit réputée pour son industrie légère, elle n'est pas moins une région à vocation agricole. Cette zone est caractérisée par des parcelles destinées à l'agriculture et la présence de ressources en eaux souterraines favorisent ainsi l'implantation de diverses cultures et ses terres agricoles occupent une surface totale d'environ 2467,50 ha (ZENATI, 2002).

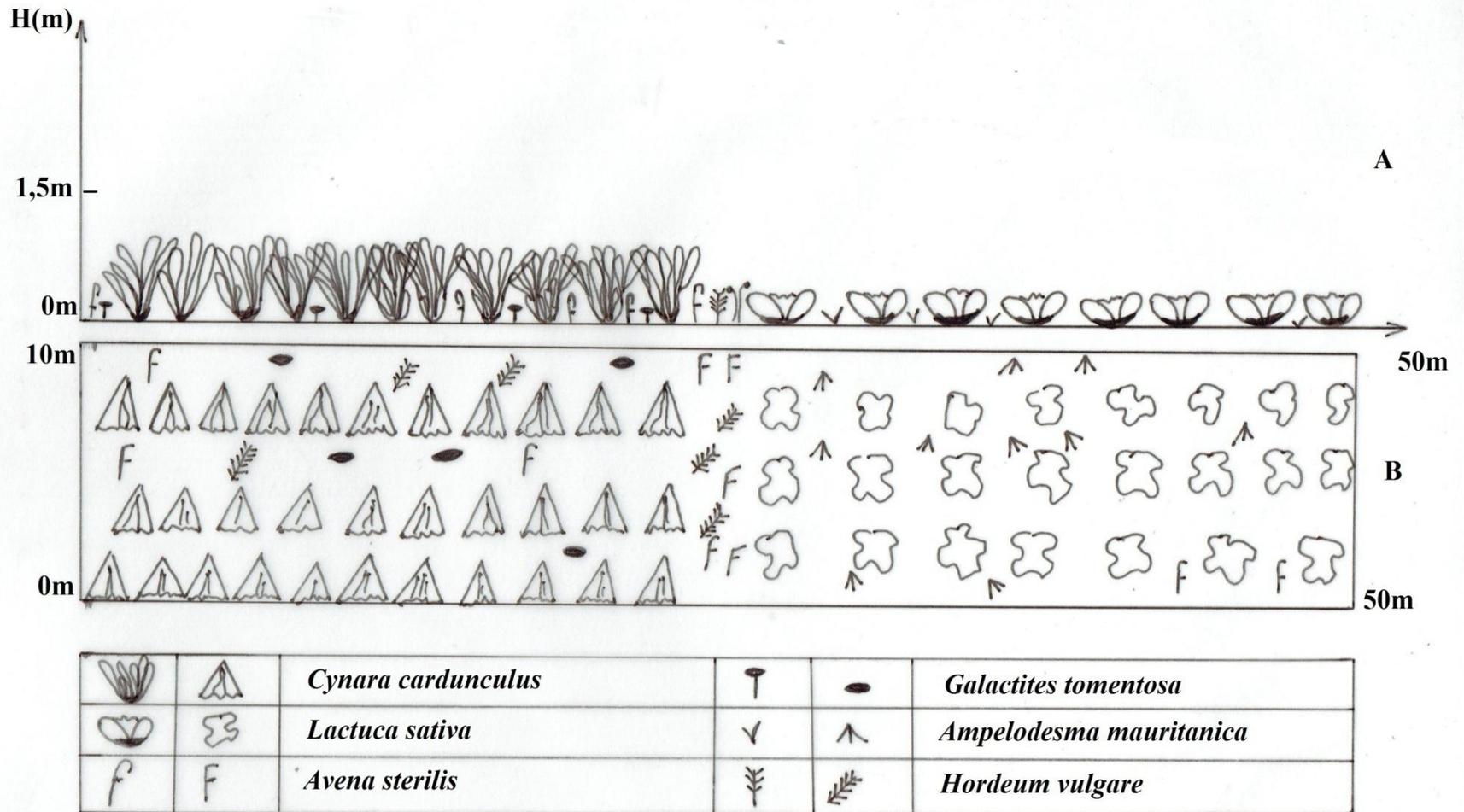
Le site choisi est la zone agricole de Souachette, qui est située à l'ouest de la commune de Rouiba (36°44'21''Nord, 3°17'7''Est). Et l'étude des papillons de jours s'est déroulée dans cinq parcelles agricoles, correspondant à autant de cultures. Il s'agit de vergers de pêcher, de poirier et d'agrume, de cultures maraîchères et une parcelle de céréale.

#### 3.1.1.1.1. Cultures maraîchères

Sa superficie est de 35ha. Les cultures sont variées, on peut trouver de la carde, de la tomate, de la laitue, de la fève, du chou, du poivron (Fig.5). C'est une parcelle qui est souvent traitée chimiquement. Une seule strate végétale domine au niveau de cette parcelle à savoir la strate herbacée, et les espèces les plus communes à part les cultures sont *Avena sterilis* et *Galactites tomentosa* (Fig.6). Du point de vue physiologique, les cultures maraîchères sont considérées comme un milieu ouvert.



**Figure 5.** Photographie des cultures « Maraîchères »



**Figure 6.** Transect végétal de culture « Maraichère »

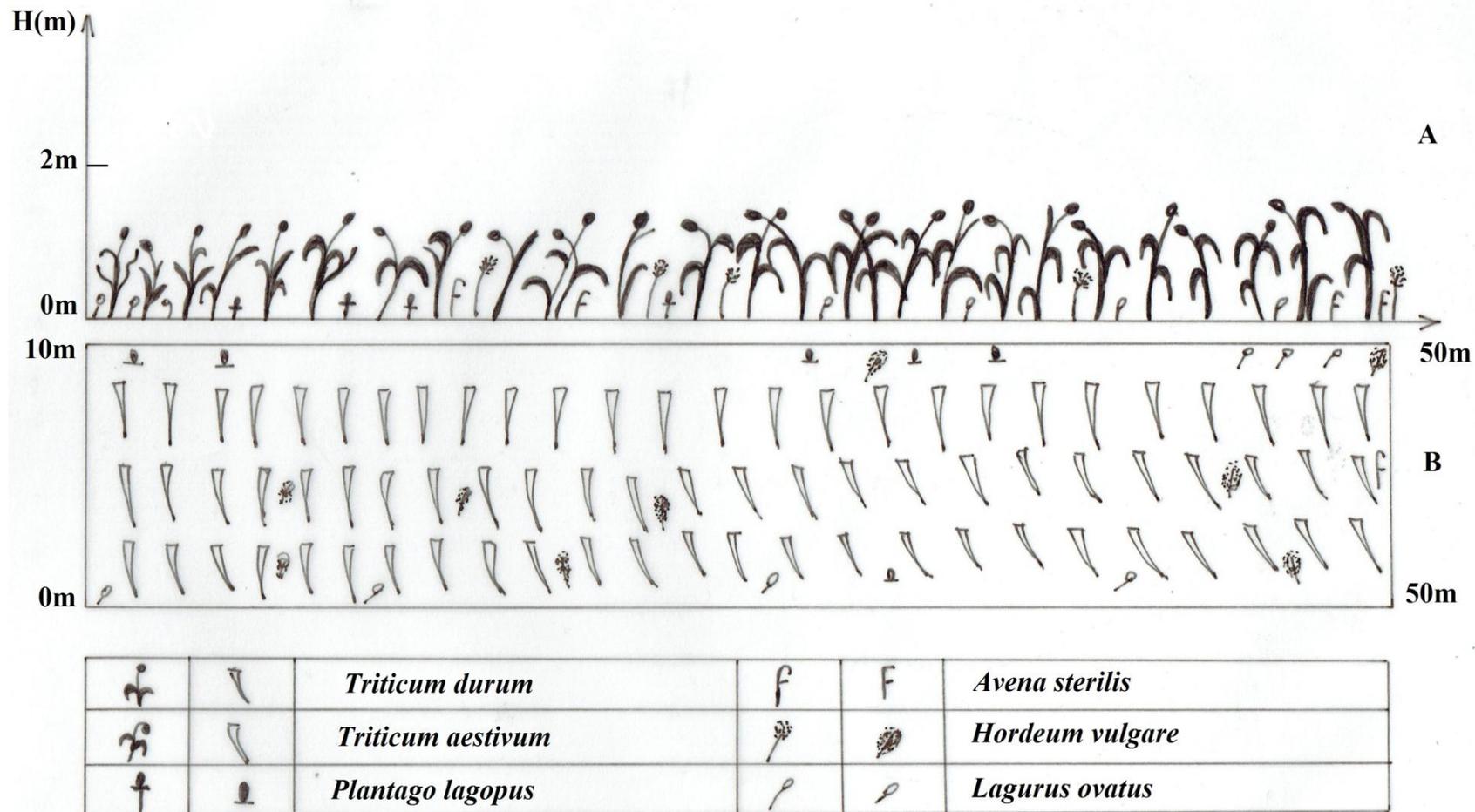
A : Physionomie du paysage ; B : Occupation du sol

### 3.1.1.1.2. Les céréales (Blé dur et tendre)

La culture céréalière est destinée à la semence, sa superficie est de 30ha. Elle est caractérisée par la présence d'une seule strate végétale à savoir celle des herbacées. C'est un milieu ouvert (Fig.7). Quatre espèces végétales adventices sont rencontrées au niveau des céréales ; *Avena sterilis*, *Plantago lagopus*, *Hordeum vulgare* et *Lagurus ovatus*(Fig.8).



**Figure 7.** Photographie de la culture « Céréale »



**Figure 8.** Transect végétal de culture « Céréale »

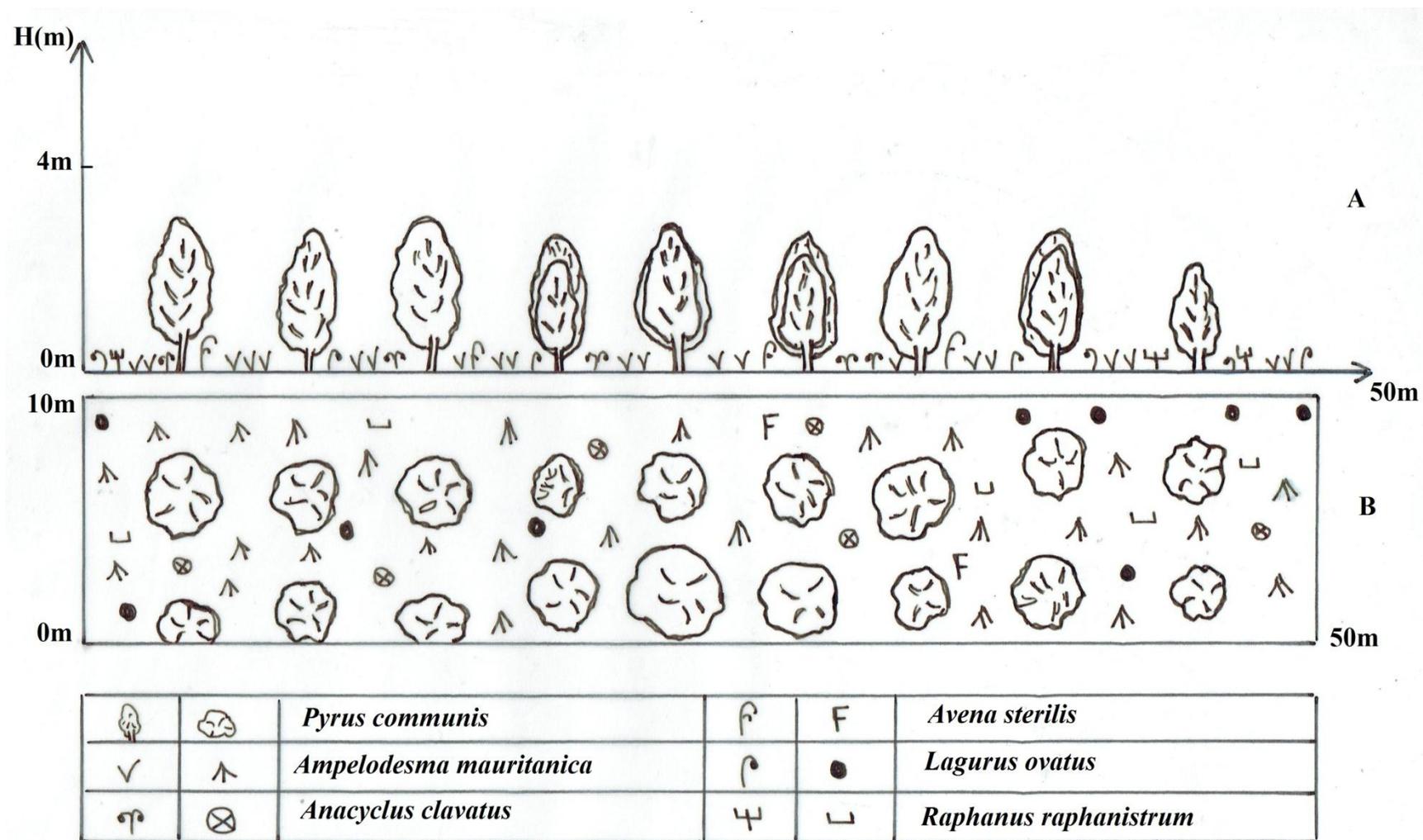
A : Physiognomie du paysage ; B : Occupation du sol

### 3.1.1.1.3. Verger de poirier

Il occupe une surface de 1,25 ha. C'est une parcelle traitée et désherbée. Protégée des deux côtés sud et ouest par les roseaux (*Arundo donax*). On peut trouver deux strates végétales, celle des arbustes et celle des herbacées. C'est un milieu semi ouvert à ouvert (Fig.9). Les espèces végétales adventices les plus dominantes dans ce verger sont : *Anacyclus clavatus*, *Galactites tomentosa* et *Raphanus raphanistrum* (Fig.10).



**Figure 9.** Photographie du verger de « Poirier »



**Figure 10.** Transect végétal du verger de « Poirier »

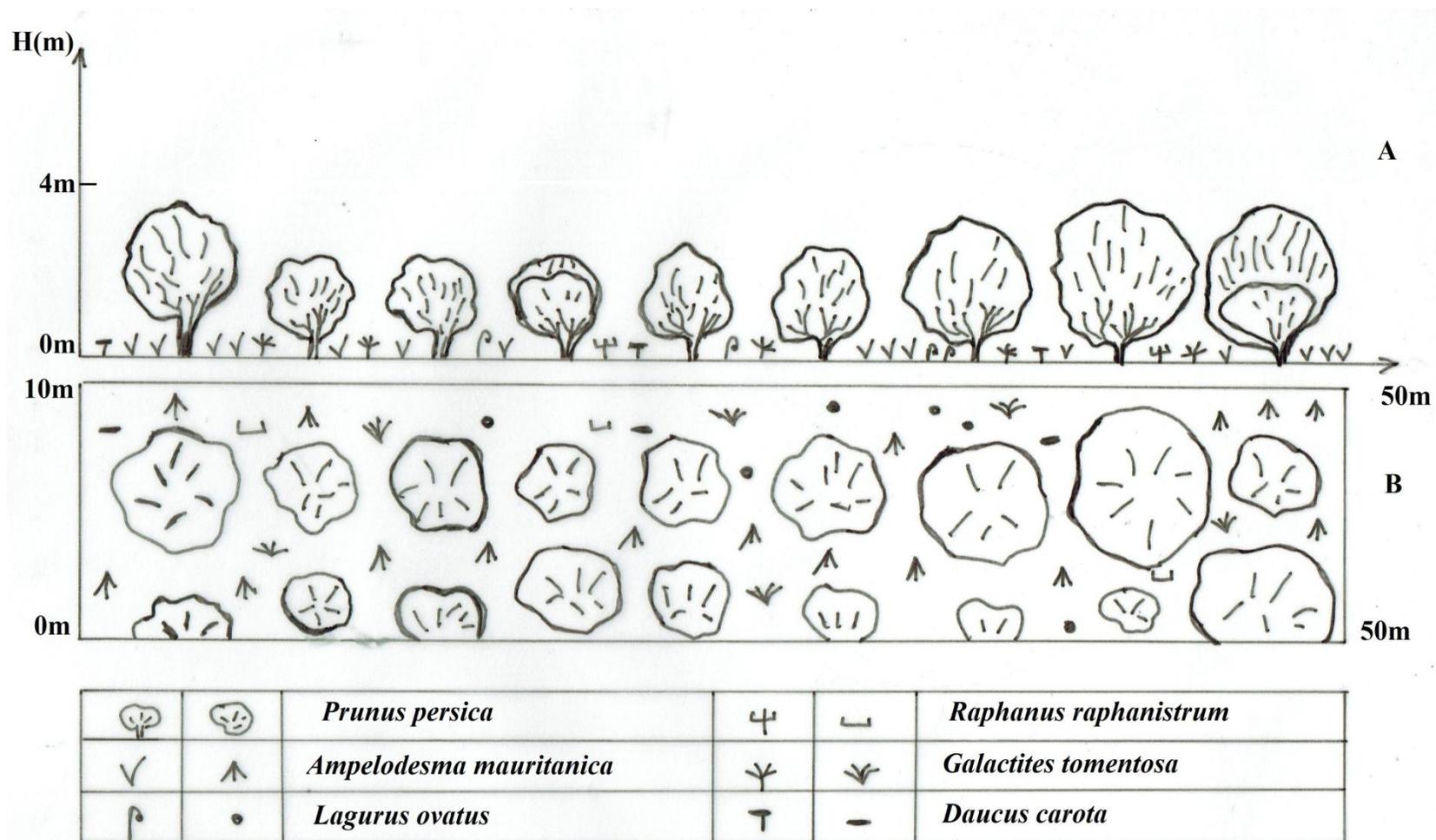
A : Physiognomie du paysage ; B : Occupation du sol

#### 3.1.1.1.4. Verger de pêcher

Il est âgé de cinq (05) années, occupant une surface de 4,35 ha. Ce verger est traité chimiquement. On trouve deux strates végétales (arbustes et herbacée) (Fig.11). Les espèces adventices les plus communes au niveau du verger de pêcher sont ; *Raphanus raphanistrum*, *Lagurus ovatus* et *Galactites tomentosa* (Fig.12). Ce verger peut être considéré comme un milieu plutôt ouvert.



**Figure 11.** Photographie du verger de « Pêcher »



**Figure 12.** Transect végétal du verger de « Pêcher »

A : Physiognomie du paysage ; B : Occupation du sol

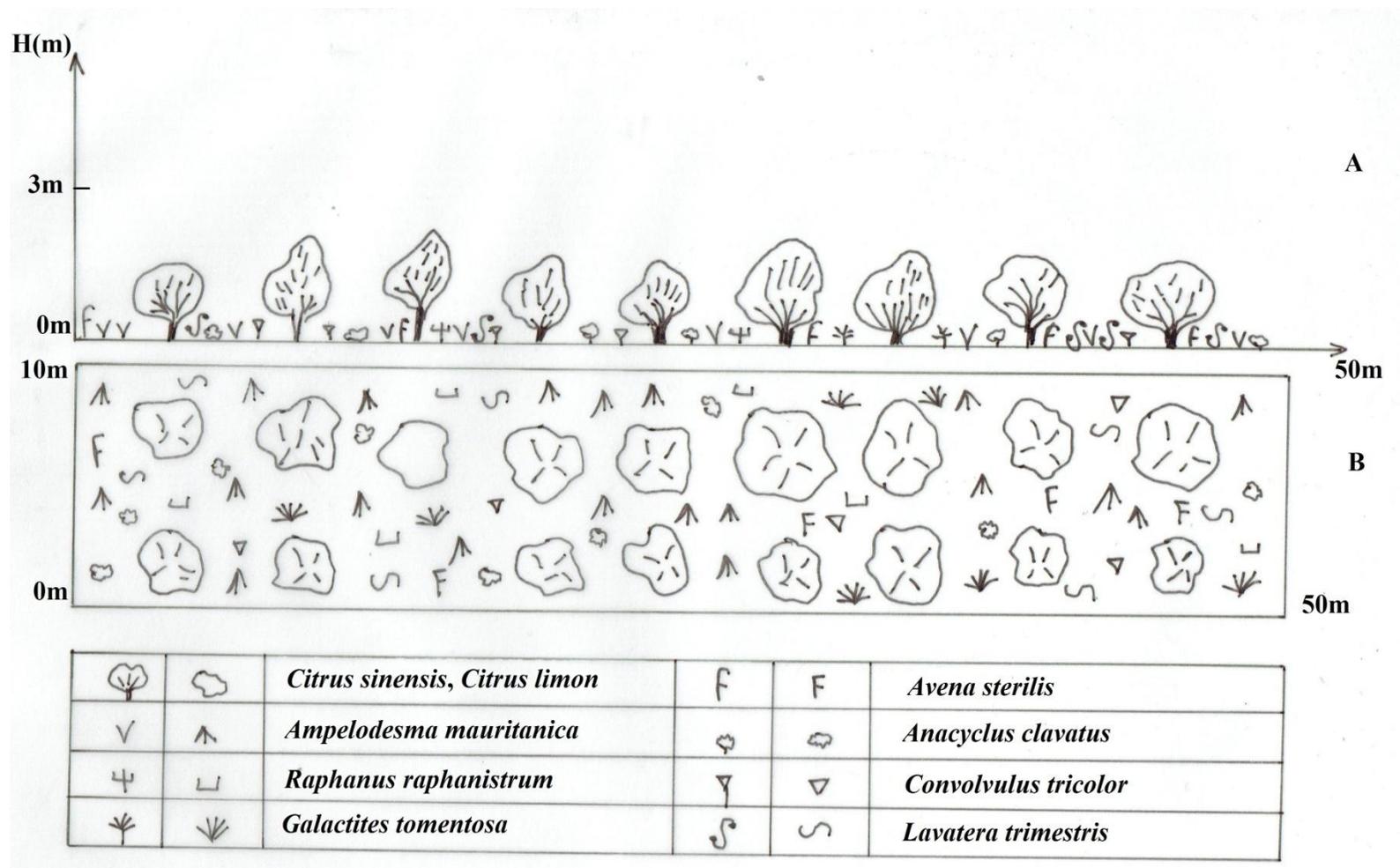
### 3.1.1.1.5. Verger d'agrumes

Il s'agit d'un jeune verger, âgé de 4 à 7 ans. Il est constitué d'environ 250 arbustes. La majorité des arbres sont des orangers et le reste sont des citronniers. Il occupe une surface de 9,95 ha dont un hectare est resté en jachère. Ce verger est protégé par des brises vents de *Casuarina torulosa*. On distingue trois strates (arborescente, arbustive et herbacée) (Fig.13).

Notre verger d'agrumes forme un couvert végétal semi-ouvert. Les espèces végétales adventices les plus dominantes sont *Anacyclus clavatus*, *Raphanus raphanistrum*, *Convolvulus tricolor* et *Lavatera trimestris* (Fig. 14).



**Figure 13.** Photographie du verger d'« Agrume »



**Figure 14.** Transect végétal du verger d'«Agrume »  
**A :** Physionomie du paysage ; **B :** Occupation du sol

### 3.1.1.2. Milieux naturels

Trois stations ont été choisies ; Pelouse, Matorral arboré dégradé et un Matorralhaut. Les stations sont situées dans le parc zoologique et des loisirs d'Alger. Sa superficie est de 304 hectares ; c'est un parc suburbain où la végétation naturelle couvre encore une superficie assez importante avec environ 200 hectares. Le parc zoologique est traversé par Oued El-Kerma, ce dernier coule dans la grande vallée encaissée, orientée de nord-ouest vers le sud-est, constitué de deux branches provenant du flan de Bouzaréah et du plateau d'Ouled-Fayet. Ce parc est limité au nord par l'agglomération de Ben Aknoun et le domaine Mohammed Zaoui, au sud ouest par Oued Roumane, au sudest par le domaine Semmar, et à l'ouest par l'oliveraie de Oued Roumane.

#### 3.1.1.2.1. Pelouse

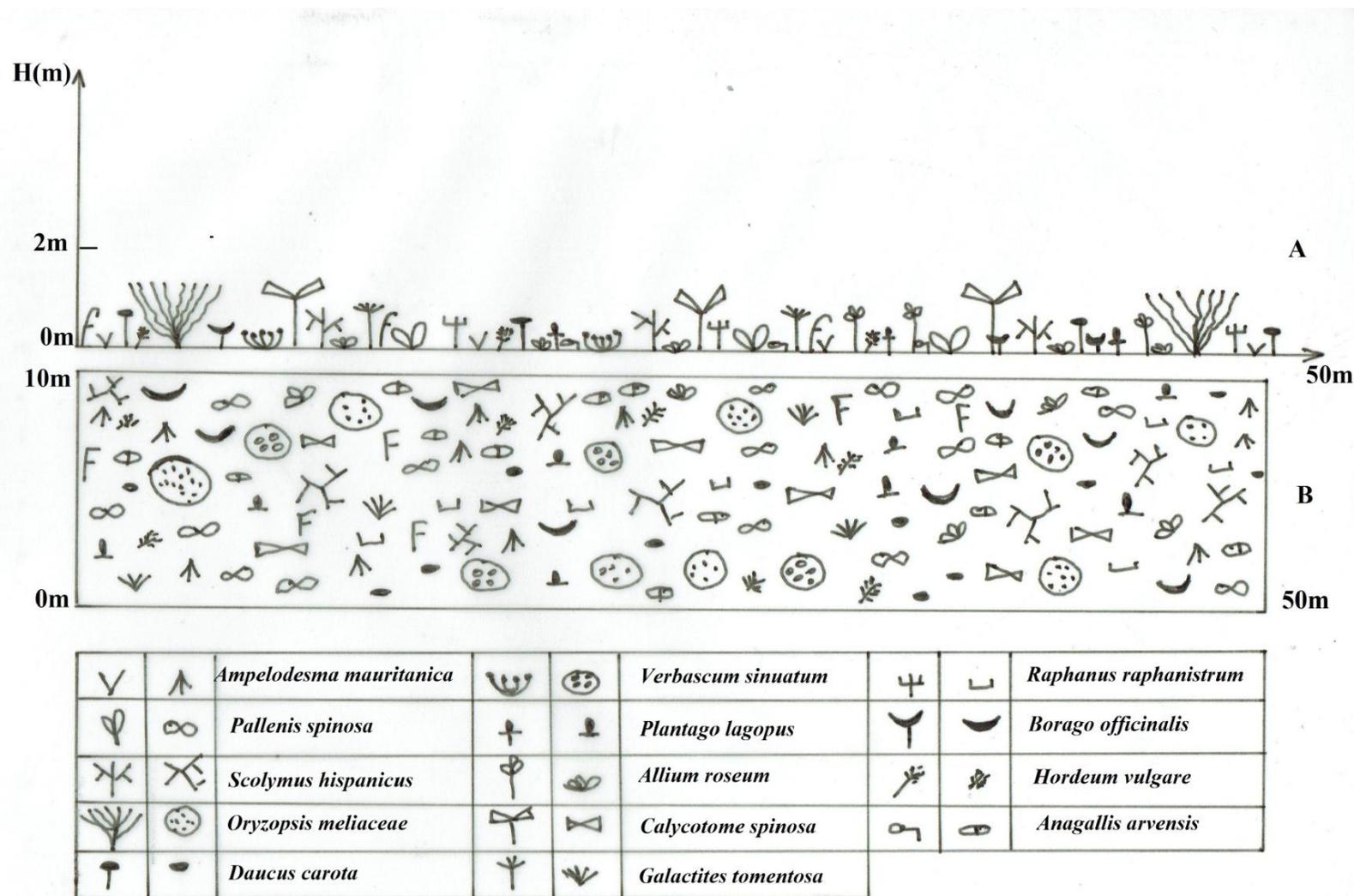
Les pelouses sont des végétations herbeuses continues basses ou rases (CARRIERE et TOUTAIN, 1995). La végétation est de hauteur moyenne (20 à 30cm au maximum) du développement foliaire et de densité variable et la prédominance de graminées (BORNARD et *al.*, 2007). La pelouse est constituée d'un seul niveau de végétation, la strate herbacée, comparativement à d'autres habitats ROCHEFORT, 2006. Laissant le sol à nu par endroit, et elle peut être parsemée de rares petits arbrisseaux. Notre pelouse se situe à une altitude de 191m. Sa latitude est de 36°44'00'' nord et sa longitude est de 03°08'54'' est (Fig.15).

Le taux global de l'occupation de sol par la végétation est de 84%. La strate herbacée est dense, formée d'un ensemble de 15 espèces appartenant à 10 familles. La famille des Asteraceae regroupe 3 espèces végétales ; Ce sont *Scolymus hispanicus* (10,23%), *Pallenis spinosa* (7,58%) et *Galactites tomentosa* (6,75%). La famille des Poaceae est représentée par 5 espèces ; les plus dominantes sont *Oryzopsis meliacea* (6,25%) et *Hordeum vulgare* (4,30%) et *Avena sterilis* (4,35%). La famille des Brassicaceae est représentée par *Raphanus raphanistrum* avec 3,26%, les Liliaceae sont présentes avec *Allium roseum* (6,51%), les Umbelliferae avec *Daucus carota*

(12,72%). Les Scrofulariaceae sont représentées par *Verbascum sinuatum* (6,33%) et la famille des Plantaginaceae présente une seule espèce, *Plantago lagopus* avec un taux de 3,22%(Fig.16)



**Figure 15.** Photographie de la Pelouse



**Figure 16.** Transect végétal de la pelouse

**A** : Physiognomie du paysage ; **B** : Occupation du sol

### 3.1.1.2.2. Matorral arboré dégradé

Le matorral arboré est un matorral qui comporte des arbres isolés au sens socioécologique du mot, c'est un cas intermédiaire entre la forêt et le matorral vrai. Il est le résultat de la dégradation de certaine forêt à pin d'Alep avec la forte présence d'espèces dans la strate arbustive telle que *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Ampelodesma mauritanica* (IONESCO et SAUVAGE, 1962). Notre matorral arboré dégradé se trouve à une altitude de 148 m (Fig.17). Sa latitude est de 36° 44'24'' nord et sa longitude est de 03°00'57'' est. C'est un milieu semi-ouvert, il dispose d'une diversité végétale appréciable. Il comporte trois strates. L'arborescente est composée essentiellement de Pin d'Alep *Pinus halepensis*. La famille des Cupressaceae est présente avec deux espèces : *Cupressus sempervirens horizontalis* et *Cupressus sempervirens pyramidalis*, *Olea sativa*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*. La deuxième strate (arbustive) est représentée par *Rhamnus alaternus*. Et enfin, la strate herbacée est formée essentiellement de *Torilis arvensis*, et *Pulicaria odora* (Fig.18). Le taux de recouvrement global est de 66,45%. Les espèces végétales les plus dominantes sont *Pinus halepensis* (24,61%), *Cupressus sempervirens horizontalis* (12,1%), *Quercus coccifera* (9,3%), *Pistacia lentiscus* (5,7%), et *Olea sativa* (5,4%).



**Figure 17.** Photographie du matorral arboré dégradé



**Figure 18.** Transect végétal du matorral arboré dégradé

A : Physiognomie du paysage ; B : Occupation du sol

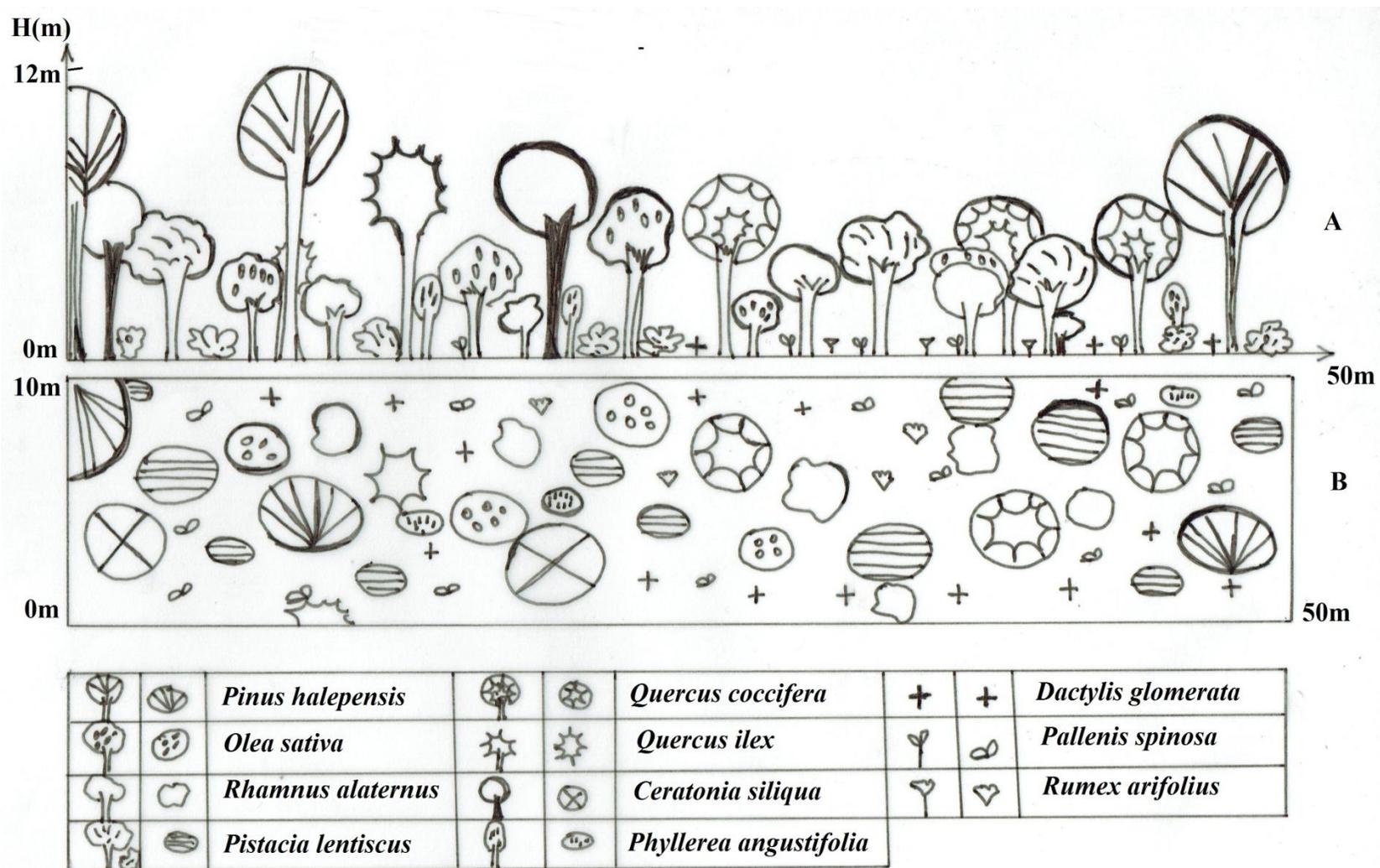
### 3.1.1.2.3. Matorral haut

Le matorral dérive de la forêt, c'est une formation ligneuse dégradée ; les arbres ne dépassant pas les 7 mètres de hauteur. La taille et le port des arbres sont soit naturel et par conséquent spécifique, soit artificiel et résulte alors de traitement dégradant divers tels que les incendies, les pâturages et les coupes (SAUVAGE, 1961). Notre station se localise à une altitude de 150m. Sa latitude est de 36°44'56'' nord et sa longitude est de 03°00'54'' est (Fig.19).

Dans ce matorral haut, trois strates végétales sont distinguées ;, arbustive, et herbacée. La strate arborescente est composée essentiellement de pin d'Alep *Pinus halepensis*, *Olea sativa* et *Phillyrea angustifolia*. Quelques chênes ; *Quercus ilex* et *Quercus coccifera*, le pistachier *Pistacia lentiscus* et des caroubiers *Ceratonia siliqua* sont présents. La deuxième strate ; il s'agit bien de l'arbustive, qui est représentée par *Rhamnus alaternus*. Alors que la strate herbacée est formée essentiellement de *Rumex arifolius*, *Pallenis spinosa*, *Dactylis glomerata*, et *Ampelodesma mauritanica*(Fig.20). Le taux de recouvrement global est de 86%. Les espèces végétales les plus dominantes sont *Pinus halepensis* (14,22%), *Olea sativa* (11,71%), *Quercus ilex* (13,56%), *Quercus coccifera* (12,75%), *Ceratonia siliqua* (9,22%) et *Pistacia lentiscus* (6,08%).



**Figure 19.** Photographie du matorral haut



**Figure 20.** Transect végétal du matorral haut

**A :** Physiognomie du paysage ; **B :** Occupation du sol

### **3.2. Période de suivi**

L'étude des papillons de jour des deux milieux est réalisée sur deux années consécutives. D'octobre 2009 à septembre 2011 dans le milieu agricole et de février 2009 à janvier 2011 dans le milieu naturel. En moyenne 4 sorties sont réalisées mensuellement.

### **3.3. Méthodes adoptées pour la capture des papillons de jour**

Pour évaluer la diversité et les effectifs de Papillons, on a effectué des dénombrements réguliers sur des itinéraires fixes, appelés transects. Cette méthode d'échantillonnage est un moyen facile et efficace pour surveiller la diversité et l'abondance des papillons de jours (VAN SWAAY et *al.*, 2012, POLLARD, 1977). Selon OWEN (1975) l'avantage de cette méthode est une estimation de la taille réelle de la population qui peut être obtenue. L'échantillonnage est réalisé les jours où la température est au-dessus de 12°C avec absence de pluie ou de vent fort (POLLARD, 1982). Il a été conduit sur des transects de 2km pour chaque station. Et Chaque transect est parcouru en ligne droite ou en zigzag à un rythme régulier 10m/min. Selon POLLARD (1977, 1982), L'échantillonneur marche à un rythme uniforme et enregistre tous les papillons observés dans des limites prescrites. Pour l'opérateur les papillons sont dans une boîte imaginaire de 2,5m de chaque côté et 5m à l'avant et au dessus de vous (VAN SWAAY et *al.*, 2012).

### **3.4. Matériels et techniques de travail**

Nous décrivons dans cette partie le matériels utilisés sur le terrain et au laboratoire.

### 3.4.1. Matériels utilisés

#### 3.4.1.1. Filet à papillon

Mis au point au XVIII<sup>e</sup> siècle, il n'a pratiquement pas évolué depuis. Le filet permet de capturer sans les abimer les papillons en vol ou posés sur la végétation, et en identifiant facilement en vérifiant les détails de dessins et de couleurs (ALBOUY, 2001). Le filet à papillon a une monture légère et robuste en acier, a une forme circulaire ou pyriforme de 30 à 40 cm, fixé à un manche en bois, en bambou, en rotin ou en métal léger de 1,20 à 2 mètres. Quant à la poche, elle est faite de tissu léger et souple tel que le tulle ou la mousseline, l'extrémité doit avoir la forme d'un cône arrondi (BENKHELIL, 2001) (Fig. 21).

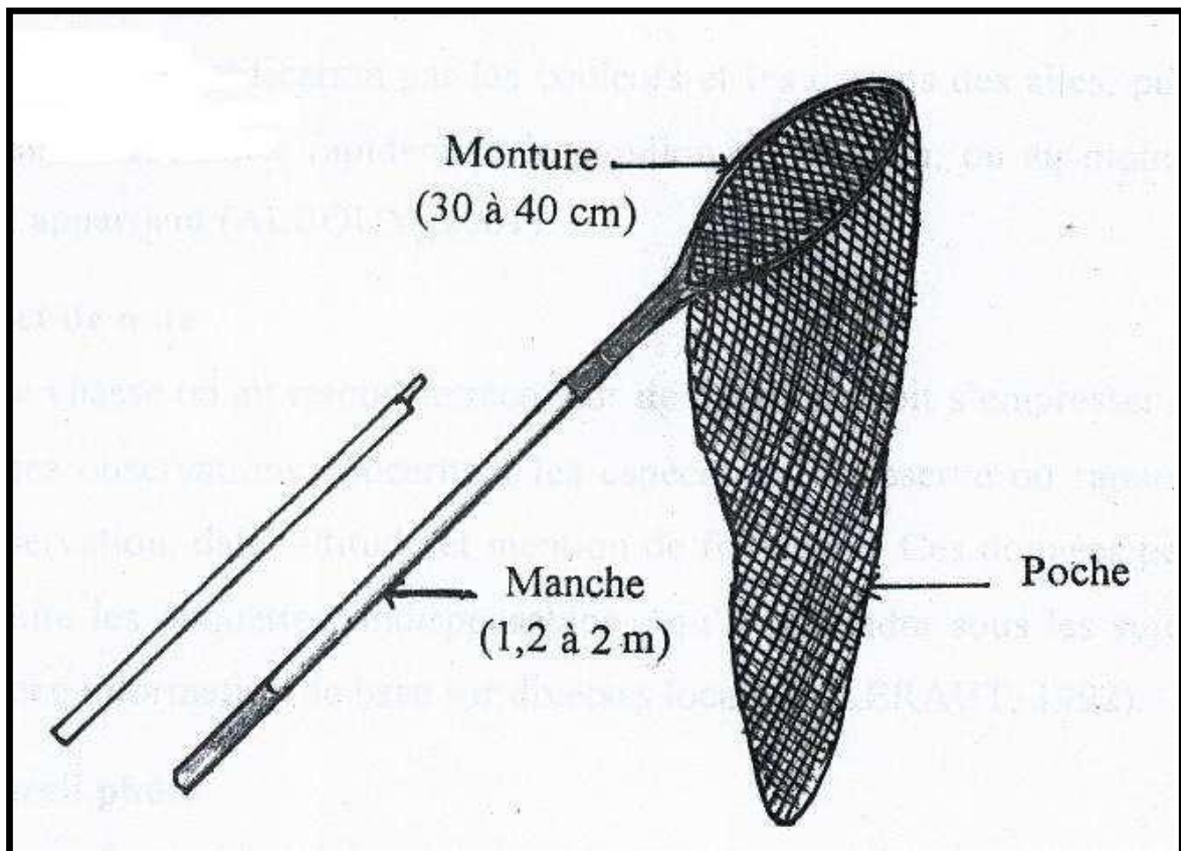


Figure 21. Filet à papillon (BENKHELIL, 2001).

### **3.4.1.2. Papillotes**

Les papillotes sont de petites enveloppes de papier dans lesquelles on dépose généralement un seul spécimen. Une papillote peut être réalisée en pliant une première fois suivant une diagonale un rectangle de papier cristal ou sulfurisé. La bande qui dépasse est ensuite rabattue et le rabat est consolidé en repliant l'angle qui dépasse. Puis on rabat la deuxième bande de la même façon (FRANCK, 2008). Elle sert à transporter les papillons capturés de l'endroit de la chasse au laboratoire sans les endommager.

### **3.4.1.3. Appareil photo**

Il peut être intéressant de compléter les informations de terrain par quelques photos des insectes. Pour cela, il suffit de disposer d'un petit appareil numérique (FRANCK, 2008). Selon LAFRANCHIS (1997), la photographie représente un excellent moyen de découvrir la nature et la plupart des papillons peuvent être identifiés d'après une photo. Et il est souvent nécessaire d'approcher discrètement le papillon pour pouvoir le cadrer (LAFRANCHIS, 2000). A cet effet, BELLMANN (2008) indique que la photographie connaît certaines limites, et il existe diverses techniques pour photographier les papillons avec l'obtention de clichés réellement utilisables, qui nécessite un appareil équipé d'une optique interchangeable. Par ailleurs, ALBOUY (2001), signale que cette méthode n'est pas parfaite, car il faut parfois disposer d'un cliché des deux faces des ailes, et certains détails fins de coloris peuvent être mal rendus par une photo.

### **3.4.1.4. Jumelles**

D'après LAFRANCHIS (1997), les jumelles facilitent grandement l'observation à distance des insectes les plus farouches. Cet instrument d'optique aujourd'hui largement répandu. Il est utile pour observer des détails fins de l'ornementation des papillons sans trop les approcher et sans les faire fuir (ALBOUY, 2001).

#### **3.4.1.5. Etaloir**

Parmi les insectes nécessitant d'être étalés, citons plus particulièrement les lépidoptères, les coléoptères, les odonates, les névroptères et les orthoptères (FRANCK, 2008). D'après LERAUT (1992), pour faire sécher le papillon, on se sert d'étaloir, il est composé de deux surfaces lisses, séparées par une rainure centrale (Fig.22). L'étalage permet de mettre en évidence certaines parties du corps (ailes, pattes et antennes) de façon à ce qu'on puisse les examiner facilement, et de mettre en valeur la collection aux insectes (FRANCK, 2008).



**Figure 22.** Photographie d'un étaloir

#### **3.4.1.6. Loupe binoculaire**

La loupe binoculaire est utilisée pour les observations microscopiques des nervures, écailles, nombre et ornementation des ocelles sur les ailes antérieures et postérieures d'un papillon.

#### **3.4.1.7. Boîte de collection**

Les boîtes de collection dont la structure est en bois sont recouvertes d'une toile de reliure noire, avec un couvercle vitré et à fond blanc. C'est des boîtes d'entomologie vitrée pour la conservation, le stockage et la présentation des insectes (Fig.23).



**Figure 23.** Photographie d'une boîte de collection

### **3.4.2. Techniques de travail**

#### **3.4.2.1. Capture**

Il est possible de rencontrer des Papillons dans presque tous les types de milieux. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables, de nombreux Rhopalocères sont actifs et, de ce fait, faciles à rencontrer (BELLMANN, 2008). Quand le papillon est en vol, 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). Et 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).

#### **3.4.2.2. Méthode de comptage**

La méthode d'enregistrement utilisée pour la surveillance des papillons ont été décrite par POLLARD (1977). Les papillons ont été observés dans les 5m de part et d'autre et en avant de l'échantillonneur y compris derrière l'observateur, seulement ceux qui ont été identifiés visuellement soient enregistrés. Suivant POLLARD (1977), les papillons qui ne pouvaient pas être identifiés en vol, ont été capturés et identifiés en utilisant des clés de déterminations. Le double comptage des individus a été évité.

### **3.4.2.3. Etalement au laboratoire**

L'étalage des lépidoptères est une opération assez délicate du fait de la fragilité des spécimens. On épingle l'insecte de façon à ce que les ailes affleurent à la surface (FRANCK, 2008). 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). Le papier utilisé pour maintenir les ailes des papillons dans la bonne position est appelé « papier cristal » (FRANCK, 2008).

### **3.4.2.4. Identification**

Les papillons, comme tous les êtres vivants, sont regroupés par l'homme en espèces (LAFRANCHIS, 1997). Il est possible d'observer un papillon assez longtemps pour en détailler l'ornementation tout en consultant le guide (LAFRANCHIS, 2000) ; et grâce à la clé d'identification par les couleurs et les dessins des ailes, puis aux repères de couleurs, il est aisé d'identifier rapidement le papillon que l'on a vu, ou au moins de trouver le groupe auquel il appartient (ALBOUY, 2001).

Nous présentons dans ce qui suit une sélection d'ouvrages récents que nous avons utilisé ;

- Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia (TENNENT, 1996).
- Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord (TOLMAN et LEWINGTON, 1999, 2009).
- Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles (LAFRANCHIS, 2000).
- Les papillons de jour du Maroc, guide d'identification et de bio-indication (TARRIER et DELACRE, 2008).
- Guide des papillons nocturnes de France (ROBINEAU, 2007).

### **3.4.2.5. Mise en collection**

L'étiquetage est une opération importante pour toute collection d'insectes. Les étiquettes regroupent les renseignements complets de chaque insecte mis en collection (Localité, ville, date de récolte, altitude, etc.). Après les opérations d'étalage, de séchage et d'étiquetage, il est important de ranger soigneusement les individus récoltés. Et un classement ordonné et méthodique est indispensable pour pouvoir étudier et comparer rapidement les espèces (FRANCK, 2008). Les boîtes de spécimens doivent être entreposées à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la poussière, dans une pièce aérée, où les écarts de température sont faibles, été comme hiver. On doit éviter d'entreposer les insectes dans une cave ou un sous-sol humide (PERRON, 1994).

## **3.5. Méthodes utilisées pour l'exploitation des données**

L'exploitation des résultats a été réalisée deux manières ; la première est la méthode de calcul des paramètres en utilisant des indices écologiques de composition et de structure ; tandis que la seconde est de nature statistique.

### **3.5.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques**

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

#### **3.5.1.1. Indices de composition**

Ces indices sont représentés par la richesse spécifique, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence.

### 3.5.1.1.1. Richesse spécifique

L'indice de biodiversité le plus commun est la richesse des espèces, c'est-à-dire le nombre d'espèces présent dans une région donnée. Cette mesure est couramment utilisée. La richesse spécifique correspond à un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (RAMADE, 1984). Elle peut être envisagée sous deux aspects différents ; la richesse totale et la richesse moyenne (BLONDEL, 1975).

La richesse totale d'un peuplement (S) est le nombre des espèces qui le constituent (RAMADE, 1984 et BARBAULT, 2003). Et La richesse moyenne  $S_m$  correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope (RAMADE, 1984).

### 3.5.1.1.2. 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.

#### 3.5.1.1.2.1. Fréquence centésimale

D'après (DAJOZ, 1971), la fréquence  $F$  est le pourcentage d'individus d'une espèce  $n_i$  par rapport au total des individus  $N$ . cette fréquence traduit l'importance numérique d'une espèce au sein d'un peuplement.

$$F(\%) = (n_i/N) \times 100$$

$n_i$  : nombre d'individus de l'espèce  $i$

$N$  : nombre totale d'individus de toutes espèces confondues

### 3.5.1.1.2.2. Fréquence d'occurrence

La constance **C** est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés **P<sub>i</sub>** contenant l'espèce **i** prise en considération au nombre total de relevés **P** (DAJOZ, 1971).

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

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

- Espèce constante ; si  $C \geq 75\%$
- Espèce régulière ; si  $50\% \leq C \leq 75\%$
- Espèce accessoire ; si  $25\% \leq C \leq 50\%$
- Espèce accidentelle ; si  $C < 25\%$

### 3.5.1.2. Indices de structure

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des résultats des papillons de jours 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.

#### 3.5.1.2.1. Indice de Diversité de Shannon

La diversité peut être définie comme le degré d'hétérogénéité du peuplement (BLONDEL *et al.*, 1973). Et l'indice de diversité de Shannon permet de suivre dans le temps l'évolution d'une biocénose (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969), il est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité (BLONDEL *et al.*, 1973). Il est calculé par la formule suivante :

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

**H'** : Indice de diversité de Shannon

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

$$p_i = n_i/N$$

**ni** : Nombre des individus de l'espèce **i**.

**N** : Nombre total des individus de toutes les espèces présentes.

**log<sub>2</sub>** : Logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'évaluer la diversité d'un peuplement dans un biotope (BLONDEL, 1979, RAMADE, 1984). La diversité est maximale quand toutes les espèces du peuplement sont représentées par le même nombre d'individus, cette valeur s'exprime en fonction de la richesse spécifique :

$$H_{\max} = \text{Log}_2 S$$

**S** : Richesse spécifique

### 3.5.1.2.2. Indice d'équirépartition de PIELOU

L'équitabilité est une mesure de la distribution des individus au sein d'une espèce ; autrement dit, c'est la façon dont l'abondance se répartit au sein des espèces (SOUDANT et BELIN, 2011). L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition est un rapport entre la diversité réelle et la diversité théorique maximale (BLONDEL, 1979, WEESIE et BELEMSOBGO, 1997).

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

**H'** : Diversité observée

**H'<sub>max</sub>** : Diversité maximale

Cet indice varie entre 0 et 1 ; lorsqu'il tend vers 0 : il traduit un déséquilibre entre les effectifs des différentes espèces présentes. Et lorsqu'il tend vers 1 : il montre que les

espèces ont presque la même abondance (RAMADE, 1984). La diversité est donc d'autant plus forte que ses deux composantes, richesse et équirépartition, sont plus élevées (BLONDEL, 1979).

### 3.5.1.2.3. 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

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

**n<sub>i</sub>** : 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).

### 3.5.1.2.4. 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) et s'écrit :

$$\mathbf{ES} = (D - 1) / (S - 1)$$

### 3.5.1.2.5. L'indice de Hill

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

$$\mathbf{Hill} = (1/D) / e^H$$

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

$e^H$  : L'exponentiel de l'indice de Shannon

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 1-Hill, où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0 (HILL, 1973).

### 3.5.1.2.6. Barycentre et Amplitude

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:

$$g = (1x_1 + 2x_2 + 3x_3 + \dots + nx_n) / \sum x$$

$$AH = e^H$$

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ : les effectifs de l'espèce respectivement dans les biotopes 1, 2, ... n.

$$\sum x = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

*e*: base des logarithmes népériens

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

$p_i$  : est la 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 répandue de manière égale dans les  $n$  biotopes (ici,  $n = 5$  dans le milieu agricole ;  $n = 3$  dans le milieu naturel).

### 3.5.1.3. Indice de similarité de Sorensen

Le coefficient de similarité de Sorensen ou indice de Sorensen est un indicateur statistique qui mesure la similarité de deux habitats (échantillons). Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$C_s = 2J/a+b$$

$C_s$  : 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  $b$ .

L'indice varie de 0 quand il n'existe aucune espèce commune entre les deux habitats, à 1 quand toutes les espèces rencontrées dans l'habitat 1 existent aussi dans l'habitat 2 (MAGURRAN, 2004 ; GRALL et COÏC, 2006).

### 3.6. Courbes de vols des papillons

Les courbes de vol des principales espèces de papillons de jour du milieu agricole et naturel ont été obtenues par comptage des imagos, 4 fois par mois, pour chaque station, et cela durant la période allant de février 2009 à janvier 2011 dans le parc zoologique d'Alger, et entre octobre 2009 et septembre 2011 dans les parcelles agricoles de Souachette. Les courbes sont rapportées sous forme d'histogramme combiné avec une courbe.

## **3.7. Tests statistiques**

### **3.7.1. Corrélation de Pearson (PAST vers. 1.81 et Excel™)**

En vue de calculer l'abondance des Papillons à partir de combinaisons linéaires des variables quantitatives, on doit mesurer la significativité du coefficient de corrélation. En conditions paramétriques, il s'agit du coefficient  $r$  de Pearson et en conditions non paramétriques, du coefficient rho de Spearman. Le test de PEARSON calcule des matrices de coefficients  $r$  ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carrée) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option de matrice rectangulaire). Et le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre les deux séries de données, il peut prendre les valeurs -1 à 1. Une valeur de (+1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ; une valeur de (-1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante, et une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles (BOLBAPOCĂ et JÄNTSCHI, 2006). L'équation de la droite de régression est calculée lorsque les distributions sont en accord avec la normalité et que le coefficient de PEARSON est significatif. Donc, le coefficient de corrélation de PEARSON mesure le degré de proportionnalité qu'il y a entre deux séries de mesures. Quand  $[p]$  tend à 1, la proportionnalité est exacte ; si  $p$  tend à 0, la proportionnalité s'évanouit (LAURENCELLE et *al.*, 1994).

### **3.7.2. Test de Wilcoxon**

Le test de Wilcoxon est un test statistique non paramétrique qui permet de tester l'hypothèse selon laquelle la distribution des données est la même dans les deux groupes. La logique du test de Wilcoxon est assez simple. Les données sont classées à produire deux totaux de rang, un pour chaque condition (GRAHAM, 2011). Il s'applique au cas de deux échantillons associés par paires. Il est particulièrement utile dans les cas où il n'est possible que de ranger l'un par rapport à l'autre les membres

de chaque paire. Le test est construit en confrontant la valeur effectivement obtenue à une moyenne et à un écart type : on estime la probabilité de cette valeur sous l'hypothèse nulle et ainsi décider ou non de rejeter cette hypothèse nulle. Dans le cas de notre étude, Ce test a été utilisé pour comparer les valeurs moyennes des différents paramètres mesurés quantitativement au niveau des Papillons de jour dans les différents milieux étudiés.

### **3.7.3. 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 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 et qui permet d'obtenir également les probabilités associées aux différences de diversités des 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 logarithmique) rassemblé pour une variable et  $R$  est la pente (INAGAKI, 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 les variances.

### 3.7.4. Analyse multivariée

L'exploitation des résultats a fait appel à une analyse multivariée (AFC, DCA), puis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). En raison de la forte dominance de certaines espèces, une variante non paramétrique de l'A.F.C. a été appliquée, la « Detrended Correspondance Analysis » ou D.C.A. les distances entre les projections des relevés ou des espèces ne sont pas proportionnelles aux distances réelles, comme une A.F.C., ce qui permet un meilleur étalement des points sur le plan factoriel F1-F2 et donc une meilleure efficacité de projection. La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50% de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode « Ward », basées sur les mesures de similarité entre variables a été prises en compte avec le logiciel PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

La CAH permet de construire une hiérarchie entière des objets sous la forme d'un « arbre » dans un ordre ascendant. Elle consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilitude. On commence par considérer 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 au moins grand. À partir des éléments, on forme des petites classes ne comprenant que des individus très semblables, puis à partir de celle-ci, on construit des classes de moins en moins homogènes, jusqu'à obtenir la classe tout entière (BOUBOU, 2007).

# **Chapitre IV**

# **Résultats**

## Chapitre IV : RESULTATS

Le présent chapitre s'intéresse en premier lieu, à la présentation globale de la composition du peuplement lépidoptérique, et à la répartition des espèces dans les différentes stations prospectées. En second lieu, l'intérêt est porté sur la structuration des communautés de Papillons et leurs ordres d'arrivée au sein des deux milieux étudiés.

### 4.1. Etude de la lépidofaune dans le milieu agricole

#### 4.1.1. Inventaire de la faune lépidoptérique dans les parcelles agricoles étudiées

Au cours des échantillonnages réalisés dans cinq parcelles agricoles à savoir, culture maraichère, culture céréalière, verger de poirier, de pêcher et d'agrumes durant deux années consécutives d'observation, allant du mois d'octobre 2009 à septembre 2011. 2821 individus ont été recensés appartenant à 29 espèces, 8 familles et 27 genres. Cette communauté est subdivisée en deux sous ordre ; les Rhopalocères et les Hétérocères diurnes (Tab.5).

**Tableau 5.** Liste systématique de la lépidofaune recensée au niveau des cinq cultures dans le milieu agricole de la région de Souachette (Rouiba).

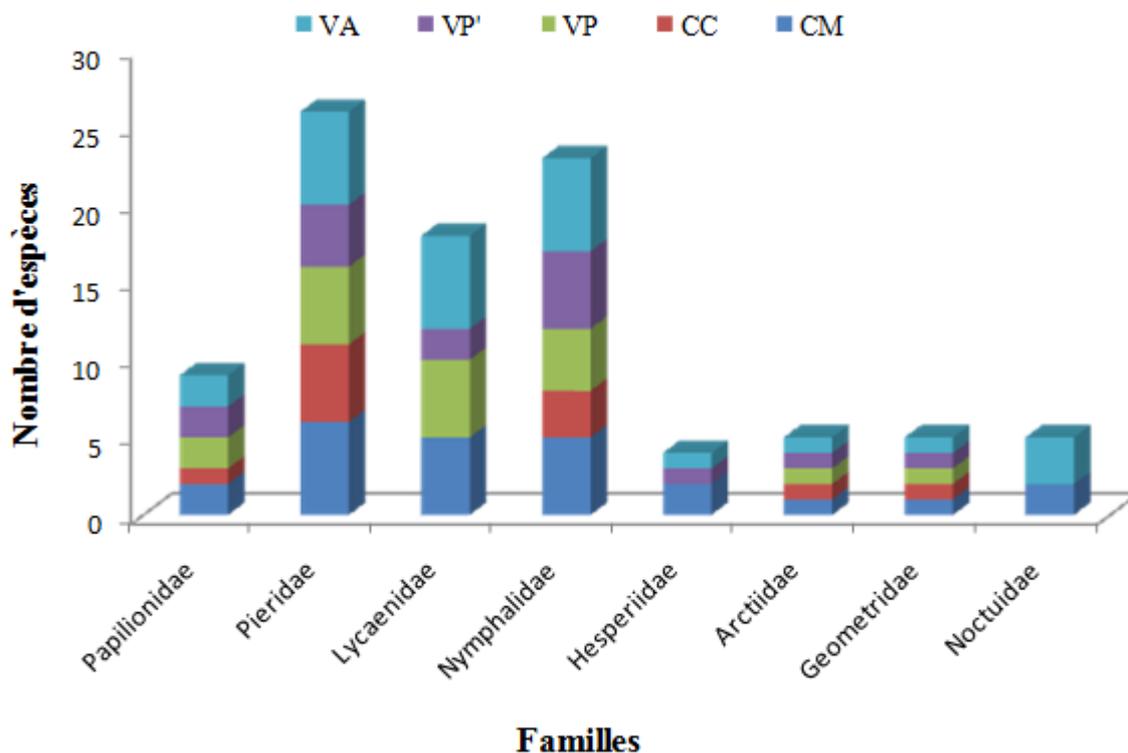
S/Ordre	Famille	Espèce	CM	CC	VP	VP'	VA
Rhopalocera	PAPILIONIDAE	<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832)	+	-	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	PIERIDAE	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<i>Euchloe belemia</i> (Esper, 1800)	+	+	+	-	-
		<i>Anthocharis belia belia</i> (Linnaeus, 1767)	+	-	-	-	+
		<i>Colias croceus</i> (Geoffroy, in Fourcroy, 1785)	+	+	+	+	+
		<i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	+
		<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
	LYCAENIDAE	<i>Lycena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	+	-	+	-	+
		<i>Cacyreus marshalli</i> (Butler, 1898)	+	-	+	-	+
		<i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus, 1767)	+	-	-	-	+
		<i>Zizeeria karsandra</i> (Moor, 1865)	-	-	+	-	-
		<i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	-	-	+	-	+

		<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	+	-	+	+	+
		<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	+	-	-	+	+
		<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
	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>Maniola jurtina jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+
		<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
		HESPERIIDAE	<i>Carcharodus tripolinus</i> (Verity, 1925)	+	-	-	+
	<i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg, 1804)		+	-	-	-	-
	<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>21</b>
Heterocera	ARCTIIDAE	<i>Utetheisa pulchella</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	GEOMETRIDAE	<i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	NOCTUIDAE	<i>Tyta luctuosa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	+	-	-	-	+
		<i>Acontia lucida</i> (Hufnagel, 1766)	+	-	-	-	+
		<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+
		<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Totaux</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>26</b>

La nomenclature utilisée est proposée par TENNENT (1996), TOLMAN et LEWINGTON (1999 ; 2009) et ROBINEAU (2007). CM: culture maraîchère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de Pêcher, VA : verger d'agrumes, (+) : espèce présente, (-) : espèce absente.

29 espèces de Papillons de jour ont été recensées dans les cinq parcelles agricoles dans la région de Souachette à Rouiba sur un cycle bisannuel. Les Rhopalocères sont les plus diversifiés avec 24 espèces, ils sont représentés par 5 familles. Les familles des *Pieridae* et des *Lycaenidae* se sont montrées les plus riches avec 7 espèces chacune, suivie par les *Nymphalidae* avec 6 espèces. Par contre les *Papilionidae* et les *Hesperiidae* sont faiblement représentées avec 2 espèces chacune (Tab.5 et Fig.24).

Les Hétérocères diurnes sont représentés par 5 espèces, appartenant à 3 familles ; les *Noctuidae* sont représentées par 3 espèces, puis viennent les *Arctiidae* et les *Geometridae* avec uniquement une seule espèce pour chacune (Tab.5 et Fig.24).



**Figure 24.** Nombre d'espèces par famille dans le milieu agricole.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrume.

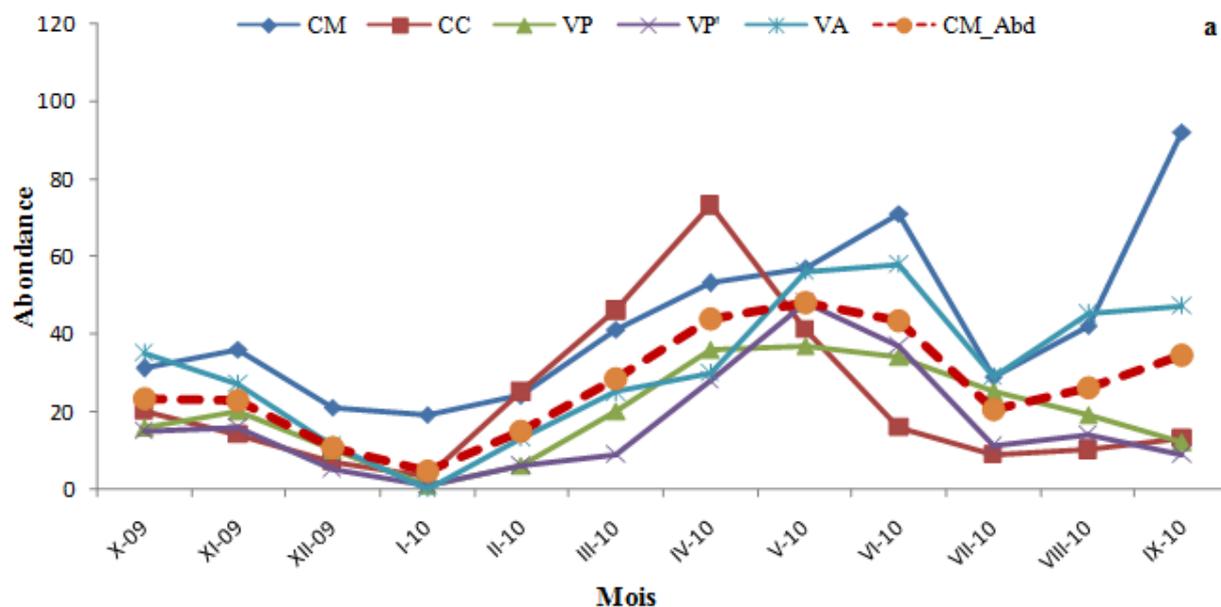
Sur l'ensemble des espèces de Papillons capturées au cours des 24 mois d'échantillonnage, seulement 10 d'entre elles ont été observées dans toutes les parcelles agricoles étudiées. On cite ; *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Colias croceus*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*, *Pararge aegeria*, *Utetheisa pulchella* et *Rhodometra sacraria*. Par contre ; 5 espèces ont été observées uniquement dans l'une des parcelles, il s'agit de ; *Gonepteryx cleopatra*, *Maniola jurtina jurtina* et *Autographa gamma* pour le verger d'agrume. *Zizeeria karsandra* dans le verger de poirier. Enfin, *Gegenes pumilio* pour la culture maraichère (Tab.5).

#### 4.1.2. Evolution spatio-temporelle des Papillons de jour du milieu agricole

##### 4.1.2.1. Evolution temporelle

Les espèces recensées sont réparties selon un cycle annuel en fonction des mois de capture, d'octobre 2009 à septembre 2010. Nous constatons que les courbes

d'abondances au fil des mois d'observation dans les cinq cultures étudiées, évoluent différemment d'une culture à une autre. Cette variation mensuelle est exprimée par une courbe moyenne d'abondance, qui indique deux pics durant la période d'étude au cours de laquelle la communauté des Papillons est la plus abondante. Le 1<sup>er</sup> pic est signalé au mois de septembre et novembre 2009 représentant la fin de la saison automnale ; et le deuxième pic est noté entre le mois d'avril et juin 2009 correspondant à la saison printanière. Alors qu'en période hivernale correspondant aux mois de décembre et de janvier, nous assistons à l'installation d'une courbe décroissante signalant des effectifs faibles des espèces. Egalement, cette courbe montre une régression au mois de juillet, cette baisse d'effectifs est du probablement aux conditions climatiques qui règnent dans ce milieu en été (Fig.25).



**Figure 25.** Evolution temporelle des espèces de papillons dans le milieu agricole durant la période d'octobre 2009 à septembre 2010.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes, a : Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010.

Les informations données par la courbe moyenne des abondances, ont fait appel à la comparaison d'échantillons appariés par le test de Wilcoxon afin de contribuer à la connaissance des abondances maximales des Papillons des différentes cultures choisies (Tab.6).

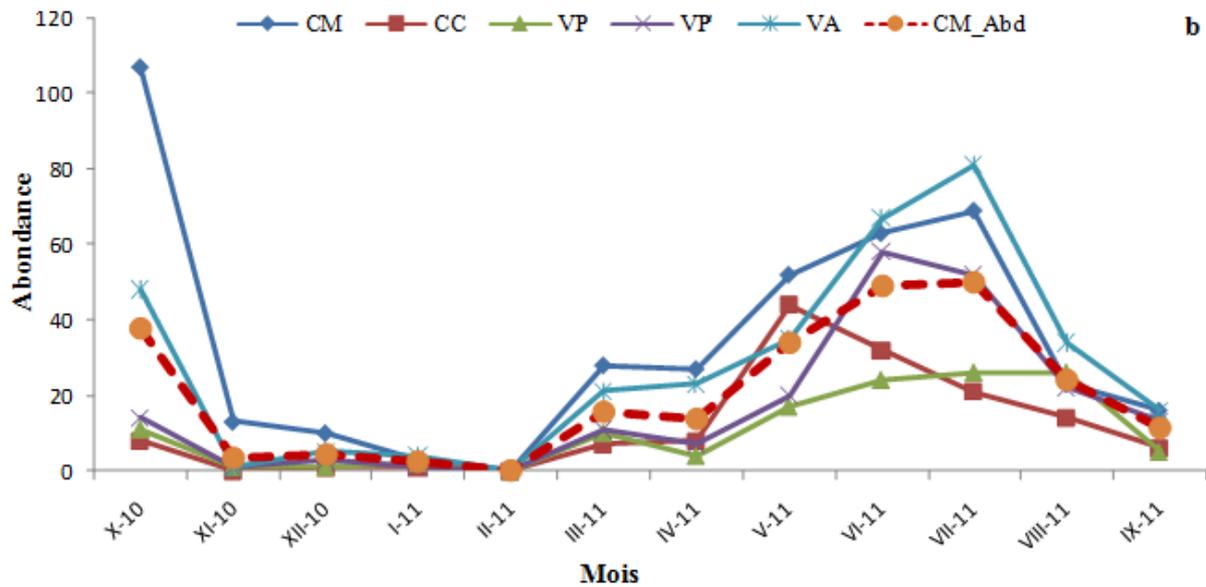
**Tableau 6.** Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons de jour des différentes cultures durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.

	CM	CC	CM	VP	CM	VP'	CM	VA	CC	VP	CC	VP'	CC	VA	VP	VP'	VP	VA	VP'	VA
<b>Nbre</b>	26		26		26		26		26		26		26		26		26		26	
<b>Moy</b>	20	11	20	9	20	7,7	20	14	11	9,1	11	7,7	11	14,5	9,07	7,65	9,1	14,5	7,65	14
<b>T.W.</b>	0,0011**		0,115 <sup>NS</sup>		0,0336*		0,958 <sup>NS</sup>		0,647 <sup>NS</sup>		0,292 <sup>NS</sup>		0,001**		0,261 <sup>NS</sup>		0,0074**		0,0003***	
<b>T.M.C.</b>	0,0004**		0,119 <sup>NS</sup>		0,0319*		0,966 <sup>NS</sup>		0,679 <sup>NS</sup>		0,294 <sup>NS</sup>		0,0004**		0,280 <sup>NS</sup>		0,0057**		0,00005***	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*) ou très hautement significatives à 1% (\*\*\*); (<sup>NS</sup>): Différence non significative, **Nbre** : Nombre ; **Moy.**: Moyenne ; **T.W.**: Test de Wilcoxon ; **T.M.C.** : Test de Monte Carlo.

La variation de l'abondance relative par culture a été en générale significative entre les cultures ( $P < 0,05$ ). Les comparaisons par paire effectuées à l'aide du test de Wilcoxon révèlent des différences hautement significatives ( $p = 0,0011$  ;  $P < 0,001$ ) entre le maraichage et les céréales, et une différence significative, maraichage/pêcher ( $p = 0,0339$  ;  $P < 0,05$ ). A l'opposé, les paires maraichage/poirier, maraichage/agrume ne diffèrent pas significativement ( $P > 0,05$ ). De même, les paires céréales/poirier et céréales/pêcher ne présentent pas des différences significatives, alors qu'elle est hautement significative entre les céréales/ agrume. Par ailleurs la paire poirier/ agrume est hautement significative, et ne révèle pas de différence significative entre le poirier/ pêcher. Enfin, le pêcher/ agrume présente une différence très hautement significative ( $p = 0,0003$  ;  $P < 0,001$ ) (Tab.6).

Concernant l'évolution temporelle des Papillons durant la deuxième année d'étude (octobre 2010-septembre 2011), elle est illustrée dans la figure 26. On constate que la courbe moyenne d'abondance mensuelle évolue de la même façon dans les différentes cultures agricoles. Cette courbe moyenne montre trois pics, le 1<sup>er</sup> est observé au mois d'octobre 2010, qui correspond à la mi-saison automnale. Le 2<sup>ème</sup> pic indique une abondance légèrement élevée au mois de mars 2011, et cette abondance augmente progressivement pour atteindre le 3<sup>ème</sup> pic aux mois de juin-juillet 2011 correspondant à la saison estivale. Cependant, les quatre mois (novembre-décembre 2010-janvier-février 2011) sont caractérisés par une décroissance importante des effectifs de Papillons dans toutes les cultures (Fig.26).



**Figure 26.** Evolution temporelle des espèces de papillons dans le milieu agricole durant la période d'octobre 2010 à septembre 2011.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes, b : Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

La comparaison des échantillons appariés en utilisant le test de Wilcoxon appliquées aux abondances des espèces de Rhopalocères et Hétérocères capturés durant la deuxième année est donné dans le tableau 7.

**Tableau 7.** Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons de différentes cultures durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.

	CM	CC	CM	VP	CM	VP'	CM	VA	CC	VP	CC	VP'	CC	VA	VP	VP'	VP	VA	VP'	VA
<b>Nbre</b>	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
<b>Moy.</b>	15,8	5,4	15,8	4,8	15,8	7,7	15,8	12,8	5,4	4,8	5,4	7,7	5,4	12,8	4,8	7,7	4,8	12,8	7,7	12,8
<b>T.W.</b>	0,00008***	0,0021**	0,103 <sup>NS</sup>	0,944 <sup>NS</sup>	0,381 <sup>NS</sup>	0,075 <sup>NS</sup>	0,00003***	0,076 <sup>NS</sup>	0,0017**	0,002**										
<b>T.M.C.</b>	0,00001***	0,0012**	0,108 <sup>NS</sup>	0,953 <sup>NS</sup>	0,399 <sup>NS</sup>	0,078 <sup>NS</sup>	0,00001***	0,079 <sup>NS</sup>	0,0007**	0,0014**										

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*) ou très hautement significatives à 1% (\*\*\*); (<sup>NS</sup>): Différence non significative, **Nbre**: Nombre; **Moy.**: Moyenne; **T.W.**: Test de Wilcoxon; **T.M.C.**: Test de Monte Carlo.

Ce test donne en effet des probabilités assez révélatrices, elles sont notées dans les paires maraichage/céréales, maraichage/poirier avec respectivement des différences très hautement significatives ( $p=0,00008$ ;  $P<0,001$ ) et hautement significative ( $p=0,0021$ ;  $P<0,01$ ). Egalement, la paire céréales/agrumes révèle une différence très

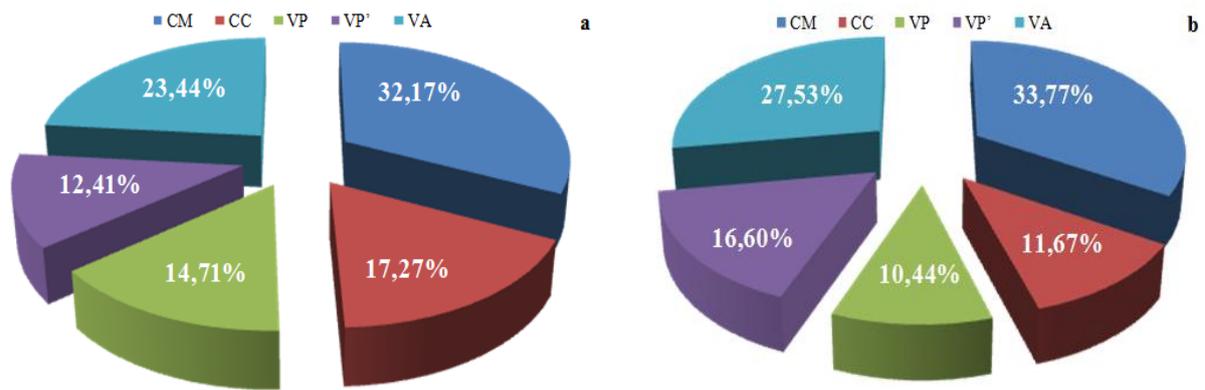
hautement significative ( $p=0,00003$  ;  $P<0,001$ ), comme on note une différence hautement significative entre les paires poirier/agrume et pêcher/agrume avec des probabilités respectives ( $p=0,0017$ ,  $p=0,002$  ;  $P<0,001$ ). A l'opposé, les paires maraichage/pêcher, maraichage/agrume, céréales/poirier, céréales/pêcher, et poirier/pêcher ne diffèrent pas significativement ( $P>0,05$ ).

#### **4.1.2.2. Evolution spatiale**

##### **4.1.2.2.1. Variation spatiale de l'abondance**

Le nombre d'individus recensés dans les cinq cultures agricoles de Souachette, diffère d'une culture à une autre, et d'une année à une autre. La valeur maximale de l'abondance pendant la première année d'observation est notée dans le maraichage représentant 32,17% de la communauté lépidoptérique globale, suivie du verger d'agrume avec 376 individus (23,44%) (Fig.27a). Les céréales affichent une abondance de 277 individus (17,27%). Quant aux vergers de poirier et de pêcher notent des abondances comparables respectives de 236 (14,71%) et 199 individus (12,41%) (Fig.27a).

Durant la deuxième année (octobre 2010 à septembre 2011), nous constatons une tendance similaire par rapport à l'année précédente. Le maraichage enregistre encore une valeur maximale d'abondance avec 33,77% (411 individus), suivi par le verger d'agrume avec 27,53% soit 335 individus, en troisième position vient le verger de pêcher avec une valeur de 202 individus (16,60%). Enfin, les céréales et le verger de poirier affichent des abondances comparables respectives de 142 individus (11,67%) et 127 individus (10,44%) (Fig.27b).

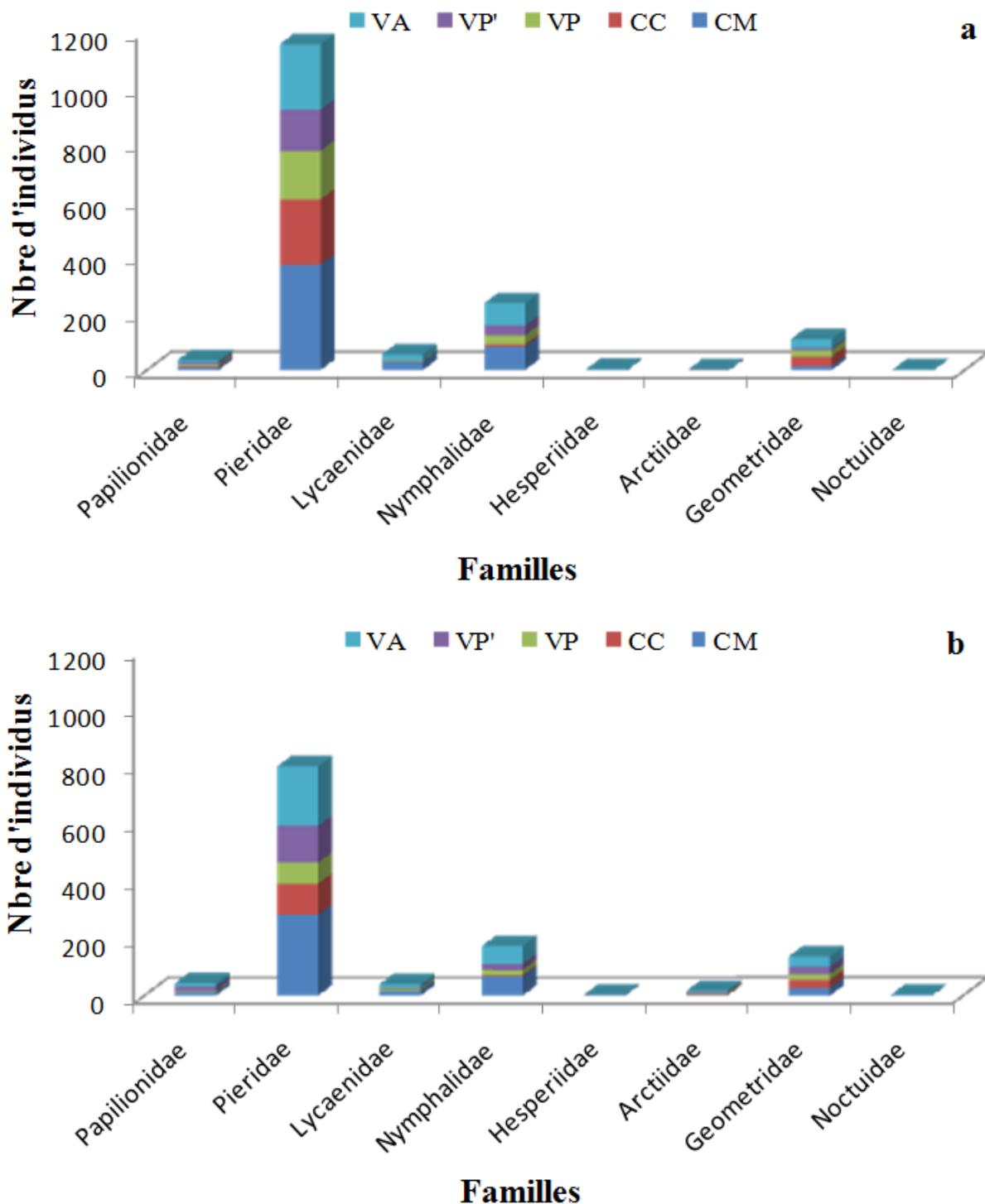


**Figure 27.** Pourcentage des abondances de Papillons de jour dans le milieu agricole. CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA: verger d'agrumes, a: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010, b: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

Durant la première année d'étude, la famille numériquement la mieux représentée est celle des *Pieridae* avec 6 espèces et 1156 individus, soit une abondance relative de 72,07% des échantillons. Elle est suivie par les *Nymphalidae* (5 espèces et 237 individus (14,78%)) et les *Geometridae* (01 espèce, 110 individus, soit 6,86% de l'effectif global). A l'exception des *Lycaenidae* qui est la famille plus diversifiée (07 espèces mais avec un faible effectif 56 individu (3,50%)). Les autres familles sont nettement moins diversifiées et numériquement moins représentées. Ce sont les *Papilionidae*, les *Hesperiidae* et les *Noctuidae* (02 espèces chacune) et les *Arctiidae* (01 espèces) avec respectivement 35 individus (2,18%), 4 individus (0,25%) et 3 individus (0,19%) de l'effectif total des Papillons collectées (Fig.28a).

Au cours de la deuxième année de prospection allant d'octobre 2010 à septembre 2011, la famille des *Pieridae* impose encore une fois sa présence avec une richesse spécifique de 7 espèces et une abondance de 798 individus (65,57%) de l'effectif global collecté. Les *Nymphalidae* viennent en 2<sup>ème</sup> position avec (6 espèces et 173 individus, soit 14,22%) et les *Geometridae* (01 espèce, 137 individus, soit 11,26% de l'effectif global). Les *Papilionidae* sont présents avec 2 espèces et 44 individus (3,62%). Egalement pour cette année, les *Lycaenidae* sont riches en espèces (06 espèces), mais avec une abondance faible 40 individus (3,29%). Les autres familles sont nettement moins diversifiées et moins abondantes. Ce sont les *Noctuidae* (02 espèces), les *Hesperiidae* et les *Arctiidae* (01 espèces chacune) avec respectivement 4

individus (0,33%), et 17 individus (1,40%) de l'effectif total des Papillons récoltés (Fig.28b).



**Figure 28.** Représentation de l'abondance des familles des Papillons de jour dans le milieu agricole.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA: verger d'agrumes, a: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010, b: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

A l'échelle des cultures, il apparaît que les *Pieridae* dominent numériquement par rapport aux autres familles quelle que soit la culture et cela lors de la première année d'échantillonnage. Ainsi, les *Pieridae* ont été dominante dans toutes les parcelles, avec des abondances relatives de 83,39% dans les céréales, 73,87 % dans le verger de pêcher, dans le poirier et le maraichage avec respectivement 73,88% et 72,48%. Enfin, 61,70% dans le verger d'agrume. Elles sont suivies par les *Nymphalidae* qui sont bien représentées dans le maraichage (16,08%). De même, cette famille présentent des pourcentages respectives de ; (13,56%), (17,59%), et (21,01%) dans les trois vergers ; poirier, pêcher et agrume. Par contre. Dans les céréales, la famille des *Geometridae* représente une abondance appréciable avec 34 individus (12,37%) (Tab.8).

En ce qui concerne la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011, les *Pieridae* priment encore une fois numériquement sur les autres familles et cela dans toutes les parcelles. Donc, les *Pieridae* ont été prédominantes dans toutes les cultures, avec des abondances relatives de 76,80% dans les céréales, 57,50 % dans le verger de poirier, dans le pêcher, agrume et le maraichage avec respectivement 63,37%, 61,39% et 68,37%. Les *Pieridae* sont suivis par la famille des *Nymphalidae* qui sont bien représentés dans le verger d'agrume (18,51%) et le maraichage avec (16,55%) d'une part. Et d'autre part, les *Geometridae* avec respectivement (19,00%), (16,50%), et (12,87%) sont aussi bien représentés dans les céréales, poirier, et pêcher (Tab.8).

**Tableau 8.** Effectif total et pourcentage des différentes familles des Papillons récoltées pendant deux années d'étude.

	Octobre 2009 - septembre 2010										Octobre 2010 - septembre 2011									
	CM		CC		VP		VP'		VA		CM		CC		VP		VP'		VA	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Papilionidae</i>	10	1,94	4	1,44	5	2,12	7	3,52	9	2,39	11	2,68	1	0,70	4	3,15	16	7,92	12	3,582
<i>Pieridae</i>	374	72,48	231	83,39	172	72,88	147	73,87	232	61,70	281	68,37	109	76,76	73	57,48	128	63,37	207	61,79
<i>Lycaenidae</i>	31	6,01	0	0,00	4	1,69	1	0,50	20	5,32	18	4,38	0	0,00	7	5,51	4	1,98	11	3,284
<i>Nymphalidae</i>	83	16,09	8	2,89	32	13,56	35	17,59	79	21,01	68	16,55	4	2,82	17	13,39	22	10,89	62	18,51
<i>Hesperiidae</i>	3	0,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,24	0	0,00	0	0	1	0,50	2	0,597
<i>Arctiidae</i>	0	0	0	0,00	0	0,00	2	1,01	1	0,27	3	0,73	1	0,70	5	3,94	5	2,48	3	0,896
<i>Geometridae</i>	14	2,71	34	12,27	23	9,75	7	3,52	32	8,51	27	6,57	27	19,01	21	16,54	26	12,87	36	10,75
<i>Noctuidae</i>	1	0,19	0	0	0	0	0	0	2	0,53	2	0,49	0	0	0	0	0	0	2	0,597

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrume, N : Effectif des espèces, % : Pourcentage.

Au sein des familles de Papillons capturées entre octobre 2009 et septembre 2010, il ressort que parmi les espèces les plus abondantes dans toutes les cultures prospectées, nous trouvons *Pieris rapae* qui vient en première position dans toutes les parcelles sans exception, avec (61,63%), (75,45%), (52,97%), (51,26%) et (49,47%), des effectifs collectés respectivement dans le maraichage, les céréales, le poirier, le pêcher et les agrumes, suivie par *Pararge aegeria* dans le maraichage et le verger d'agrumes qui affiche des valeurs de fréquences centésimales respectives de (11,05%) et de (13,03%). Quant au verger de poirier et de pêcher, nous retrouvons *Colias croceus* qui prend la 2<sup>ème</sup> position avec des fréquences comparables respectives de (16,53%) et de (17,59%). Pour sa part, *Rhodometra sacraria* prend le 2<sup>ème</sup> rang dans les céréales (12,27%) (Tab.9).

Concernant les familles de Papillons capturées entre octobre 2010 à septembre 2011, les espèces les plus abondantes à l'échelle des cultures prospectées, sont *Pieris rapae* qui prend la première position dans toutes les parcelles sans exception avec (57,66%), (70,42%), (45,67%), (46,04%) et (49,85%), des effectifs collectés respectivement dans le maraichage, les céréales, le poirier, le pêcher et l'agrumes, suivie par *Pararge aegeria* dans le maraichage et le verger d'agrumes qui affiche des valeurs de fréquences centésimales avec respectivement (11,05%) et (14,63%). Quant aux céréales et le verger de poirier, nous retrouvons *Rhodometra sacraria* qui occupe la 2<sup>ème</sup> position avec des fréquences respectives de (19,01%) et de (16,54%). Pour sa part, *Colias croceus* occupe le 2<sup>ème</sup> rang dans le verger de pêcher avec 13,37% (Tab.9).

**Tableau 9.** Importance des abondances relative exprimées en pourcentage des espèces de Papillons de jour dans le milieu agricole pour les deux années.

Espèces	Octobre 2009 - septembre 2010					Octobre 2010 - septembre 2011				
	CM	CC	VP	VP'	VA	CM	CC	VP	VP'	VA
<i>Papilio machaon</i>	1,74	1,44	0,85	3,02	1,86	1,95	0,70	1,57	2,97	1,79
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	0,19	0,00	1,27	0,50	0,53	0,73	0,00	1,57	4,95	1,79
<i>Pieris brassicae</i>	4,65	2,89	2,54	5,03	4,52	5,60	3,52	2,36	3,47	4,18
<i>Pieris rapae</i>	61,63	75,45	52,97	51,26	49,47	57,66	70,42	45,67	46,04	49,85
<i>Pontia daplidice</i>	0,19	0,36	0,42	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,50	0,30
<i>Euchloe belemia</i>	0,00	0,36	0,42	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anthocharis belia belia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Colias croceus</i>	6,01	4,33	16,53	17,59	7,45	4,14	2,82	9,45	13,37	6,87
<i>Gonopteryx cleopatra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Lycaena phlaeas</i>	2,52	0,00	0,00	0,00	1,33	0,24	0,00	1,57	0,00	0,90
<i>Cacyreus marshalli</i>	3,10	0,00	0,42	0,00	0,53	2,68	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Leptotes pirithous</i>	0,19	0,00	0,00	0,00	0,53	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Zizeeria karsandra</i>	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aricia agestis</i>	0,00	0,00	0,42	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Polyommatus bellargus</i>	0,19	0,00	0,42	0,00	0,80	0,00	0,00	3,94	0,50	0,90
<i>Polyommatus icarus</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	1,86	0,24	0,00	0,00	1,49	0,90
<i>Danaus chrysippus</i>	0,58	0,00	0,00	0,00	0,80	0,24	0,00	1,57	0,50	0,30
<i>Charaxes jasius</i>	0,19	0,00	0,00	0,50	1,60	0,49	0,00	0,00	0,00	0,60
<i>Vanessa atalanta</i>	1,74	0,00	1,27	0,50	2,13	1,95	1,41	0,00	0,99	1,19
<i>Cynthia cardui</i>	2,52	1,81	5,51	4,52	3,46	1,95	0,70	0,79	0,00	1,19
<i>Maniola jurtina jurtina</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
<i>Pararge aegeria</i>	11,05	1,08	6,78	12,06	13,03	11,92	0,70	11,02	9,41	14,63
<i>Carcharodus tripolinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,24	0,00	0,00	0,50	0,60
<i>Gegenes pumilio</i>	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Utetheisa pulchella</i>	0,00	0,00	0,00	1,01	0,27	0,73	0,70	3,94	2,48	0,90
<i>Rhodometra sacraria</i>	2,71	12,27	9,75	3,52	8,51	6,57	19,01	16,54	12,87	10,75
<i>Tyta luctuosa</i>	0,19	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Acontia lucida</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Autographa gamma</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60

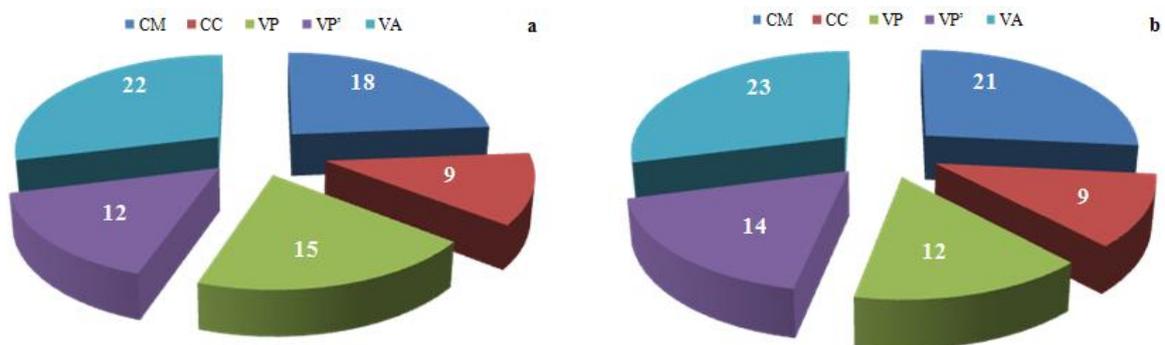
CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes.

#### 4.1.2.2.2. Variation spatiale de la richesse spécifique

L'étude des variations dans l'espace de la richesse des Papillons, montre une diversité assez faible dans les céréales avec 9 espèces seulement (34,62%), suivie par le verger de pêcher avec 12 espèces (46,15%) et le poirier avec 15 espèces

(57,70%). Le maraichage affiche une richesse spécifique de 18 espèces et la valeur maximale est observée dans le verger d'agrumes avec 22 espèces (84,62%) et cela durant la période d'octobre 2009 à septembre 2010 (Fig.29a).

Quant à la deuxième année d'observation (octobre 2010 - septembre 2011), le verger d'agrumes occupe toujours le premier rang en terme de richesse spécifique, avec 23 espèces (88,50%). Le maraichage vient en 2<sup>ème</sup> position avec 21 espèces (80,8%). Par contre, durant cette année, c'est le verger de pêcher qui occupe le 3<sup>ème</sup> rang avec 14 espèces (53,80%), vient par la suite le poirier avec 12 espèces. la valeur minimale est notée pour les céréales avec 9 espèces seulement, soit un pourcentage de 34,60 de la communauté globale (Fig.29b).



**Figure 29.** Richesse spécifique des Papillons de jour dans les cinq cultures agricoles.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes, a : Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010, b : Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

#### 4.1.3. Evaluation de la diversité dans le milieu agricole

Plusieurs descripteurs ont été retenus pour la caractérisation de la structure des Rhopalocères et des Hétérocères diurnes à savoir, la diversité de Shannon-Waeber  $H'$ , l'équitabilité  $E$ , Indice de diversité de Simpson  $D$ , l'équitabilité de Simpson  $ES$ , et l'indice de Hill. Les données sont enregistrées dans le Tableau 10.

#### **4.1.3.1. Indice de Shannon**

Durant la période, allant d'octobre 2009 à septembre 2010, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon varient entre 0,9 et 2 bits. Pour le verger d'agrume, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 1,88 bit. Le maraichage, le verger de pêcher et de poirier affichent des valeurs comparables respectives de 1,52, 1,57 et 1,59 bit. Alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans les céréales avec 0,93bit (Tab.10). Lors de la 2<sup>ème</sup> année d'étude, les valeurs de cet indice semblent légèrement plus élevées. Le verger d'agrume affiche la valeur la plus élevée avec 1,83 bit, suivie du verger de pêcher et de poirier avec respectivement 1,79 et 1,76 bit. Quant au maraichage, il affiche une valeur de 1,66 bit. Le chiffre le moins important est noté au niveau des céréales avec 0,98 bit (Tab.10).

#### **4.1.3.2. Indice de diversité $H_{max}$**

Pour la période qui va d'octobre 2009 à septembre 2010, nous remarquons que la diversité maximale dépasse pour l'ensemble des plantations la valeur de 3, ces chiffres assez importants sont argumentés par des richesses spécifiques assez appréciables révélées dans tout le milieu agricole. Le verger d'agrume et le maraichage recèlent les chiffres les plus importants, avec respectivement 4,64 et 4,46. Le verger de poirier atteint 3,91, suivi par le pêcher avec une valeur plus au moins moindre de 3,60. La culture céréalière, pour sa part, affiche la valeur la plus faible avec 3,17 (Tab.10). Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, la même tendance est relayée, nous avons noté des diversités maximales assez notables. La valeur la plus importante appartient au verger d'agrume avec 4,52, suivi par le maraichage avec une valeur à peu près semblable de 4,39. Vient par la suite, le pêcher avec 3,81 et le poirier avec 3,58. D'un autre côté, les céréales affichent une valeur identique à l'année précédente. (Tab.10).

#### **4.1.3.3. Indice d'équitabilité E de Pielou**

En ce qui concerne l'équitabilité notée pour la première année de prospection. Les valeurs de l'indice d'équitabilité (E) sont inférieures à 50 % ( $E > 0,5$ ) pour toutes les parcelles, ce qui montre un certain déséquilibre dans la répartition des effectifs des papillons de jour. En ce qui concerne, la 2<sup>ème</sup> année d'échantillonnage, nous avons enregistré des valeurs plus au moins plus élevée par rapport à la première année. A cet effet, le verger de poirier s'avère le plus équilibré, ou nous avons enregistré 0,50. Le verger de pêcher et agrume notent des valeurs approximativement proches respectives de 0,47 et de 0,40. De même, les céréales et le maraichage enregistrent les valeurs les plus basses avec respectivement 0,31 et 0,38. De ce fait, même pour cette année, les effectifs des différentes espèces de Papillons présentes ont une tendance à être en déséquilibre entre eux (Tab.10).

#### **4.1.3.4. Indice de Simpson D**

Durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010, les variations de l'indice de Simpson D sont comparables aux variations de l'indice de diversité de Shannon-Waever H'. Les valeurs de D varient avec un écart important, entre un maximum de 0,72 et un minimum de 0,41. A la moyenne de 0,62 correspond un écart type de 0,12. Les valeurs des cultures maraichères, verger de poirier et de pêcher se rapprochent de cette moyenne. Cependant, les céréales s'écartent considérablement avec une valeur nettement plus faible et le verger d'agrume présente la valeur la plus élevée (0,72) (Tab.10). A propos de la 2<sup>ème</sup> année d'étude, les fluctuations de cet indice (Simpson D) oscillent d'une culture à une autre de la même façon de ceux de l'indice (Shannon-Weaver H'). Les valeurs de D varient entre un intervalle [0,47-0,74]. La moyenne calculée de 0,66 avec à un écart type de 0,12. Le chiffre de D affiché dans le maraichage se rapproche la aussi de la moyenne. La culture céréalière se distance notablement avec une valeur plus au moins basse et les trois vergers à savoir ; poirier, pêcher et agrume affichent des valeurs assez élevées et qui sont très proches, avec respectivement à (0,74, 0,74 et 0,71) (Tab.10).

#### **4.1.3.5. Equitabilité de Simpson ES**

A l'examen des résultats enregistrés dans le tableau 10, durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, nous constatons que l'équitabilité de Simpson à travers les cultures choisies, indique de façon claire une décroissance de la régularité des communautés des Papillons dans les différents vergers, ainsi que dans le maraichage (ES tend vers 1). Cette régularité augmente plus au moins vers un niveau plus élevé dans les céréales avec une équitabilité ES qui tend vers 0. Entre octobre 2010 et septembre 2011, nous avons noté des valeurs  $\geq 50\%$ . La plupart des cultures présentent une distribution non régulière des Papillons, à l'exception la communauté correspondant aux céréales, qui est plus au moins régulière (ES=0,53).

#### **4.1.3.6. Indice de Hill**

L'indice de Hill a l'utilité d'associer les deux indices de diversité H' et D, ceci permet d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée dans chaque culture. L'indice de Shannon s'applique aux effectifs rares, alors que l'indice de Simpson se base sur les effectifs des espèces abondantes.

La diversité maximale durant la 1<sup>ère</sup> année de prospection, est représentée par une valeur proche de 0, pour toutes les cultures, notamment pour le verger d'agrumes qui enregistre la valeur la plus infime (0,21). Le rang des communautés en fonction des valeurs affichées est comparable à celui de l'indice H', les Papillons du verger de pêcher, poirier et maraichage affichent des valeurs basses respectives de 0,30, 0,31, 0,37, alors que les céréales indiquent la plus basse diversité avec une valeur élevée de (0,96). Quant à la 2<sup>ème</sup> année d'échantillonnage, nous constatons aussi que les céréales présentent aussi la valeur la plus élevée avec 0,80. Les trois vergers et le maraichage sont caractérisés par un indice de Hill faible (Tab.10).

**Tableau 10.** Variations des paramètres de la diversité appliqués aux Papillons de jour des parcelles agricoles de Rouiba.

	Octobre2009 - septembre 2010								Octobre 2010 - septembre2011							
	N	S	H'	H' <sub>max</sub>	E	D	ES	Hill	N	S	H'	H' <sub>max</sub>	E	D	ES	Hill
<b>CM</b>	516	18	1,52	4,17	0,36	0,59	0,62	0,37	411	21	1,66	4,39	0,38	0,64	0,67	0,30
<b>CC</b>	277	9	0,93	3,17	0,30	0,41	0,46	0,96	142	9	0,98	3,17	0,31	0,47	0,53	0,80
<b>VP</b>	236	15	1,59	3,91	0,41	0,67	0,72	0,30	127	12	1,76	3,58	0,50	0,74	0,80	0,23
<b>VP'</b>	199	12	1,57	3,58	0,44	0,68	0,74	0,31	202	14	1,79	3,81	0,47	0,74	0,80	0,23
<b>VA</b>	376	22	1,88	4,45	0,42	0,72	0,75	0,21	335	23	1,83	4,52	0,40	0,71	0,74	0,23

**CM:** culture maraichère, **CC:** culture céréalière, **VP:** verger Poirier, **VP':** verger de pêcher, **VA :** verger d'agrumes, **N.:** nombre d'individus, **S :** Richesse totale, **H :** indice de diversité de Shannon-Waever exprimé en binary digit (bit), **H<sub>max</sub> :** Diversité maximale exprimée en binary digit (bit), **E :** équirépartition, **D :** Indice de diversité de Simpson; **ES :** Equitabilité de Simpson; **Hill :** Indice de Hill.

#### 4.1.4. Similarité entre les cultures

La composition spécifique de la lépidofaune varie très peu entre les différentes cultures étudiées. L'indice de similarité de Sorensen calculé pour les différents couples de parcelles met en évidence une forte similitude entre les communautés étudiées.

La similarité calculée pour les Papillons de jour des cinq cultures durant la première année de prospection, montre que cet indice est égal à 0,80 pour le couple maraichage/agrumes, il est de 0,72 pour le couple maraichage/poirier. Des valeurs élevées ont été enregistrées entre les céréales/poirier avec (75%) et entre poirier/pêcher (66%). Par ailleurs, le couple céréales/agrumes affiche une faible valeur de similarité (0,45) (Tab.11).

Quant à la 2<sup>ème</sup> année (octobre 2010 - septembre 2011), l'indice calculé entre les couples de cultures indique des valeurs élevées semblables à celles notées lors de l'année précédente. 0,82 entre le couple maraichage/agrumes, suivie de celle qui rassemble le maraichage/poirier avec un coefficient de 75%. Les céréales/poirier et poirier/pêcher présentent des valeurs respectives de (86%) et de (77%). Egalement, pour cette année une faible valeur de la similarité est notée entre le couple céréales/agrumes avec 0,56 (Tab.11).

**Tableau 11.** Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux Papillons de jour dans le milieu agricole durant les deux années d'échantillonnage.

Culture	Octobre 2009 – septembre 2010					Octobre 2010 – septembre 2011				
	CM	CC	VP	VP'	VA	CM	CC	VP	VP'	VA
CM	100%					100%				
CC	60%	100%				60%	100%			
VP	72%	75%	100%			66%	86%	100%		
VP'	66%	66%	66%	100%		74%	70%	77%	100%	
VA	80%	45%	65%	70%	100%	82%	56%	68%	76%	100%

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA: verger d'agrumes.

#### 4.1.5. Barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans le milieu agricole

Ces résultats se rapportent aux espèces de Papillons de jour collectées durant deux années consécutives (octobre 2009–septembre 2010) et (octobre 2010–septembre 2011), soit respectivement un effectif de 1604 et 1217 individus, réparties entre 26 espèces pour chaque année de travail.

Pour le calcul de du barycentre écologique (g) et de l'amplitude d'habitat (AH), nous avons retenu que les espèces capturées au moins deux fois dans les cinq cultures (Tab.12).

**Tableau 12.** Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans les cinq cultures agricoles prospectées durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.

Espèces	CM	CC	VP	VP'	VA	n	g	AH
<i>Papilio machaon</i>	9	4	2	6	7	28	2,93	4,52
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	1	0	3	1	2	7	3,43	3,59
<i>Pieris brassicae</i>	24	8	6	10	17	65	2,82	4,41
<i>Pieris rapae</i>	318	209	125	102	186	940	2,61	4,62
<i>Pontia daplidice</i>	1	1	1	0	0	3	2,00	3,00
<i>Euchloe belemia</i>	0	1	1	0	0	2	2,50	2,00
<i>Colias croceus</i>	31	12	39	35	28	145	3,12	4,71
<i>Lycaena phlaeas</i>	13	0	0	0	5	18	2,11	1,81
<i>Cacyreus marshalli</i>	16	0	1	0	2	19	1,53	1,71
<i>Leptotes pirithous</i>	1	0	0	0	2	3	3,67	1,89
<i>Aricia agestis</i>	0	0	1	0	1	2	4,00	2,00
<i>Polyommatus bellargus</i>	1	0	1	0	3	5	3,80	2,59
<i>Polyommatus icarus</i>	0	0	0	1	7	8	4,88	1,46
<i>Danaus chrysippus</i>	3	0	0	0	3	6	3,00	2,00
<i>Charaxes jasius</i>	1	0	0	1	6	8	4,38	2,09
<i>Vanessa atalanta</i>	9	0	3	1	8	21	2,95	3,17
<i>Cynthia cardui</i>	13	5	13	9	13	53	3,08	4,75
<i>Pararge aegeria</i>	57	3	16	24	49	149	3,03	3,84
<i>Utetheisa pulchella</i>	0	0	0	2	1	3	4,33	1,89
<i>Rhodometra sacraria</i>	14	34	23	7	32	110	3,08	4,42
<i>Tyta luctuosa</i>	1	0	0	0	1	2	3,00	2,00

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes, n: effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

D'une manière générale, nous avons considéré que la répartition des espèces de Papillons sur le milieu agricole était aléatoire. C'est pourquoi nous avons cherché à savoir quelles pouvaient être leurs réponses comportementales face à l'évolution anthropique de cet espace, calculé par le barycentre g des abondances des espèces pour chaque culture. Ce paramètre est alors classé et le continuum écologique correspond ici à la distribution des espèces selon les cinq cultures agricoles. Et dans l'intention de désigner les espèces de Papillons de jour selon leur affinité pour une culture considérée, nous avons déterminé des classes au moyen des valeurs suivantes de g : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 4,5 ; 5,5. Ces classes sont données dans le tableau 13 suivant :

**Tableau 13.** Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.

	N	g	AH
<b>Espèces préférant la culture céréalière (<math>1,5 \leq g &lt; 2,5</math>)</b>			
<i>Cacyreus marshalli</i>	19	1,53	1,71
<i>Pontia daplidice</i>	3	2,00	3,00
<i>Lycaena phlaeas</i>	18	2,11	1,81
<b>Espèces préférant le verger « Poirier » (<math>2,5 \leq g &lt; 3,5</math>)</b>			
<i>Euchloe belemia</i>	2	2,50	2,00
<i>Pieris rapae</i>	940	2,61	4,62
<i>Pieris brassicae</i>	65	2,82	4,41
<i>Papilio machaon</i>	28	2,93	4,52
<i>Vanessa atalanta</i>	21	2,95	3,17
<i>Danaus chrysippus</i>	6	3,00	2,00
<i>Tyta luctuosa</i>	2	3,00	2,00
<i>Pararge aegeria</i>	149	3,03	3,84
<i>Rhodometra sacraria</i>	110	3,08	4,42
<i>Cynthia cardui</i>	53	3,08	4,75
<i>Colias croceus</i>	145	3,12	4,71
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	7	3,43	3,59
<b>Espèces préférant le verger « Pêcher » (<math>3,5 \leq g &lt; 4,5</math>)</b>			
<i>Leptotes pirithous</i>	3	3,67	1,89
<i>Polyommatus bellargus</i>	5	3,80	2,59
<i>Aricia agestis</i>	2	4,00	2,00
<i>Utetheisa pulchella</i>	3	4,33	1,89
<i>Charaxes jasius</i>	8	4,38	2,09
<b>Espèces préférant le verger « Agrume » <math>4,5 \leq g &lt; 5,5</math></b>			
<i>Polyommatus icarus</i>	8	4,88	1,46

n : effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

A l'examen du tableau 13, nous remarquons que chaque culture renferme des espèces préférentielles. Sur les 21 espèces prises en considération, plus de la moitié semble préférer le verger de poirier. Le barycentre moyen pour les 21 espèces les plus abondantes est de 3,15.

Le tableau 13, nous renseigne aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les cinq cultures de manière égale (AH=5). L'amplitude d'habitat moyenne pour les 21 espèces les plus abondantes est de 2,97. Les valeurs d'AH les plus élevées concernent les espèces suivantes : *Pieris brassicae*, *Rhodometra sacraria*, *Papilio machaon*, *Pieris rapae*, *Colias croceus*, et *Cynthia cardui*. Seules ces six espèces ont une amplitude d'habitat supérieure à 4. D'une manière générale, nous remarquons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées préfèrent le verger de poirier et les

céréales. Dans les autres cultures, à savoir, verger de pêcher et agrume, l'amplitude d'habitat est très faible en moyenne. Ces deux vergers renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que les céréales et le poirier comportent, eux, des espèces plus ou moins « généralistes ».

En ce qui concerne la deuxième année d'étude allant d'octobre 2010 à septembre 2011, nous avons établi un tableau (14) correspondant aux valeurs du barycentre **g**, l'amplitude d'habitat **AH** et l'effectif des individus **n** des espèces de Rhopalocères et Hétérocères diurnes récoltées dans les cinq parcelles agricoles au niveau de la région de Souachette (Rouiba).

**Tableau 14.** Abondances, barycentre écologique et amplitude d'habitat des espèces de papillons dans les 5 cultures agricoles prospectées durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.

Espèces	CM	CC	VP	VP'	VA	n	g	AH
<i>Papilio machaon</i>	8	1	2	6	6	23	3,04	4,12
<i>Iphioides feisthamelii</i>	3	0	2	10	6	21	3,76	3,36
<i>Pieris brassicae</i>	23	5	3	7	14	52	2,69	3,95
<i>Pieris rapae</i>	237	100	58	93	167	655	2,78	4,46
<i>Pontia daplidice</i>	2	0	0	1	1	4	2,75	2,83
<i>Anthocharis belia belia</i>	1	0	0	0	1	2	3,00	2,00
<i>Colias croceus</i>	17	4	12	27	23	83	3,42	4,35
<i>Lycaena phlaeas</i>	1	0	2	0	3	6	3,67	2,75
<i>Cacyreus marshalli</i>	11	0	0	0	1	12	1,33	1,33
<i>Polyommatus bellargus</i>	0	0	5	1	3	9	3,78	2,55
<i>Polyommatus icarus</i>	1	0	0	3	3	7	4,00	2,73
<i>Danaus chrysippus</i>	1	0	2	1	1	5	3,20	3,79
<i>Charaxes jasius</i>	2	0	0	0	2	4	3,00	2,00
<i>Vanessa atalanta</i>	8	2	0	2	4	16	2,50	3,36
<i>Cynthia cardui</i>	8	1	1	0	4	14	2,36	2,87
<i>Pararge aegeria</i>	49	1	14	19	49	132	3,14	3,63
<i>Carcharodus tripolinus</i>	1	0	0	1	2	4	3,75	2,83
<i>Utetheisa pulchella</i>	3	1	5	5	3	17	3,24	4,48
<i>Rhodometra sacraria</i>	27	27	21	26	36	137	3,12	4,92

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrume, n: effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

Dans l'idée de répartir les espèces de Rhopalocères et Hétérocères diurnes selon leur attirance pour une culture considérée, nous avons délimité des classes au moyen

des valeurs suivantes de g : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 4,5 ; 5,5. Ces classes sont données dans le tableau 15 suivant :

**Tableau 15.** Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.

	n	g	AH
<b>Espèces préférant la culture maraichère (<math>1 \leq g &lt; 1,5</math>)</b>			
<i>Cacyreus marshalli</i>	12	1,33	1,33
<b>Espèces préférant la culture céréalière (<math>1,5 \leq g &lt; 2,5</math>)</b>			
<i>Cynthia cardui</i>	14	2,36	2,87
<b>Espèces préférant le verger « Poirier » (<math>2,5 \leq g &lt; 3,5</math>)</b>			
<i>Vanessa atalanta</i>	16	2,50	3,36
<i>Pieris brassicae</i>	52	2,69	3,95
<i>Pontia daplidice</i>	4	2,75	2,83
<i>Pieris rapae</i>	655	2,78	4,46
<i>Anthocharis belia belia</i>	2	3,00	2,00
<i>Charaxes jasius</i>	4	3,00	2,00
<i>Papilio machaon</i>	23	3,04	4,12
<i>Rhodometra sacraria</i>	137	3,12	4,92
<i>Pararge aegeria</i>	132	3,14	3,63
<i>Danaus chrysippus</i>	5	3,20	3,79
<i>Utetheisa pulchella</i>	17	3,24	4,48
<i>Colias croceus</i>	83	3,42	4,35
<b>Espèces préférant le verger « Pêcher » (<math>3,5 \leq g &lt; 4,5</math>)</b>			
<i>Lycaena phlaeas</i>	6	3,67	2,75
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	21	3,76	3,36
<i>Polyommatus bellargus</i>	9	3,78	2,55
<i>Carcharodus tripolinus</i>	4	3,75	2,83
<i>Polyommatus icarus</i>	7	4,00	2,73

n : effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

A la vue du tableau 15, nous remarquons que chaque parcelle agricole comporte des espèces privilégiées. Cependant, sur les 19 espèces prises en considération, plus de la moitié caractérise le verger de poirier. Le barycentre moyen pour les 19 espèces les plus dominantes est de 3,08.

Le tableau 15, nous indique aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les cinq cultures de manière égale (AH=5). L'amplitude d'habitat moyenne pour les 19 espèces les plus communes est de 3,28. Les valeurs d'AH les plus élevées concernent les espèces suivantes : *Papilio machaon*, *Colias croceus*, *Pieris rapae*, *Utetheisa pulchella*, et *Rhodometra sacraria*. Seules ces cinq espèces ont une amplitude d'habitat

supérieure à 4. Généralement, nous notons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent les vergers de poirier et de pêcher. Dans les autres cultures (céréales et maraichage), l'amplitude d'habitat est faible en moyenne. Ces deux cultures renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que les vergers de poirier et pêcher renferment, eux, des espèces plus ou moins « généralistes ».

#### **4.1.6. Fréquence d'occurrence des Papillons de jour dans le milieu agricole**

D'après CHEVIN (1966), une espèce représentée par un très petit nombre d'individus pourra avoir une forte constance si elle est présente dans beaucoup de prélèvements appartenant à une même association. Les valeurs de la constance des Papillons de jour dans le milieu agricole durant les deux années d'études sont signalées dans les tableaux 16 et 17.

Les espèces collectées durant la première année d'étude, indiquent différentes catégories de constance. Nous avons enregistré une dominance de la catégorie des espèces accidentelles dans toutes les parcelles prospectées à l'exception de celles des céréales. A l'examen du tableau 16, dans le verger d'agrume, nous notons 10 espèces accidentelles, soit 45,45% ; vient par la suite le maraichage et le verger de poirier avec 9 espèces accidentelles, leurs taux respectives sont de 50% et 60%. Le verger de pêcher note 6 espèces accidentelles (60%), alors que les céréales affichent 3 espèces accidentelles (33,33%).

Quant à la catégorie des espèces accessoires, le verger d'agrume signale 6 espèces, le poirier et le pêcher affichent 4 espèces pour chacun avec respectivement des taux proches (26,67% et 33,33%). Le maraichage vient avec 3 espèces seulement alors que les céréales se manifestent avec 5 espèces (55,56%).

Pour sa part, la catégorie des espèces régulières est présente dans le maraichage et les agrumes avec 5 espèces, soit respectivement 27,78% et 22,73%. Une seule espèce régulière (*Colias croceus*) se manifeste dans les deux vergers, à savoir le poirier et le pêcher avec des taux respectifs de 6,67% et de 8,33%. De son côté, la catégorie régulière est absente dans les céréales.

A propos de la catégorie des espèces constantes, elle est inexistante dans la majorité des parcelles agricoles à l'exception du verger d'agrumes. Cette catégorie est représentée par *Pieris rapae*. Cette dernière espèce est omniprésente au niveau autres cultures ; à savoir le maraichage, les céréales, le poirier et le pêcher.

**Tableau 16.** Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de Papillons de jours dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2009-septembre 2010.

Espèces	CM	CC	VP	VP'	VA
<i>Papilio machaon</i>	33,33	25	16,67	25	25
<i>Iphiolides feisthamelii</i>	8,33		8,33	8,33	8,33
<i>Pieris brassicae</i>	50	25	33,33	33,33	50
<i>Pieris rapae</i>	100	100	100	100	91,67
<i>Pontia daplidice</i>	8,33	8,33	8,33		
<i>Euchloe belemia</i>		8,33	8,33		
<i>Colias croceus</i>	66,67	41,67	66,67	50	50
<i>Gonepteryx cleopatra</i>					8,33
<i>Lycaena phlaeas</i>	33,33				25
<i>Cacyreus marshalli</i>	50		8,33		16,67
<i>Leptotes pirithous</i>	8,33				16,67
<i>Zizeeria karsandra</i>			8,33		
<i>Aricia agestis</i>			8,33		8,33
<i>Polyommatus bellargus</i>	8,33		8,33		8,33
<i>Polyommatus icarus</i>				8,33	25
<i>Danaus chrysippus</i>	16,67				25
<i>Charaxes jasius</i>	8,33			8,33	41,67
<i>Vanessa atalanta</i>	41,67		16,67	8,33	50
<i>Cynthia cardui</i>	58,33	33,33	33,33	33,33	50
<i>Pararge aegeria</i>	66,67	16,67	41,67	41,67	58,33
<i>Carcharodus tripolinus</i>					8,33
<i>Gegenes pumilio</i>	8,33				
<i>Utetheisa pulchella</i>				16,67	8,33
<i>Rhodometra sacraria</i>	16,67	33,33	33,33	16,67	33,33
<i>Tyta luctuosa</i>	8,33				8,33
<i>Acontia lucida</i>					8,33

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes.

Absente	Accidentelle C < 25%	Accessoire 25% ≤ C ≤ 50%	Régulière 50% ≤ C ≤ 75%	Constante C ≥ 75%	Omniprésente C=100%
---------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------	------------------------

Pour la deuxième année de prospection (octobre 2010 à septembre 2011), sur l'ensemble des 26 espèces collectées, nous trouvons quatre catégories de constances ; les accidentelles, les accessoires, les régulières et les constantes.

Le tableau 17, nous montre que le verger d'agrumes et le maraichage se présentent avec un nombre important d'espèces accidentelles avec respectivement 15 et 12 espèces. 6 espèces accidentelles pour les céréales et le verger de pêcher, et 7 espèces dans le verger de poirier.

Le nombre d'espèces accessoires est identique dans le maraichage et les deux vergers ; pêcher et agrumes avec 6 espèces, vient par la suite, le poirier avec 4 espèces. Par ailleurs, les céréales n'affichent que la présence de 2 espèces accessoires, il s'agit de *Pieris brassicae* et *Rhodometra sacraria*.

Quant à la catégorie des espèces régulières, aucune des espèces recensées dans les céréales, le verger de poirier et d'agrumes n'a été signalé en tant que régulière. Par contre l'espèce *Vanessa atalanta* est régulière dans le maraichage et *Pararge aegeria* dans le verger de pêcher.

En ce qui concerne, les espèces constantes, *Pieris rapae* se présente sous cette catégorie dans toutes les cultures. *Pararge aegeria* semble être constante seulement dans le maraichage et le verger d'agrumes.

**Tableau 17.** Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de Papillons de jours dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2010-septembre 2011.

Espèces	CM	CC	VP	VP'	VA
<i>Papilio machaon</i>	33,33	8,33	16,67	25	33,33
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	16,67		8,33	25	16,67
<i>Pieris brassicae</i>	41,67	33,33	25	33,33	33,33
<i>Pieris rapae</i>	83,33	75	83,33	83,33	91,67
<i>Pontia daplidice</i>	16,67			8,33	8,33
<i>Euchloe belemia</i>	8,33				
<i>Anthocharis belia belia</i>	8,33				8,33
<i>Colias croceus</i>	25	16,67	33,33	33,33	41,67
<i>Gonepteryx rhamni</i>					8,33
<i>Lycaena phlaeas</i>	8,33		16,67		25
<i>Cacyreus marshalli</i>	41,67				8,33

<i>Leptotes pirithous</i>	16,67				
<i>Aricia agestis</i>					8,33
<i>Polyommatus bellargus</i>			16,67	8,33	16,67
<i>Polyommatus icarus</i>	8,33			8,33	8,33
<i>Danaus chrysippus</i>	8,33		16,67	8,33	8,33
<i>Charaxes jasius</i>	16,67				8,33
<i>Vanessa atalanta</i>	50	16,67		16,67	33,33
<i>Cynthia cardui</i>	25	8,33	8,33		16,67
<i>Maniola jurtina jurtina</i>					8,33
<i>Pararge aegeria</i>	75	8,33	25	50	75
<i>Carcharodus tripolinus</i>	8,33			8,33	8,33
<i>Utetheisa pulchella</i>	16,67	8,33	16,67	25	8,33
<i>Rhodometra sacraria</i>	33,33	33,33	25	33,33	33,33
<i>Acontia lucida</i>	8,33				
<i>Autographa gamma</i>					16,67

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes.

Absente	Accidentelle $C < 25\%$	Accessoire $25\% \leq C \leq 50\%$	Régulière $50\% \leq C \leq 75\%$	Constante $C \geq 75\%$
---------	----------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------

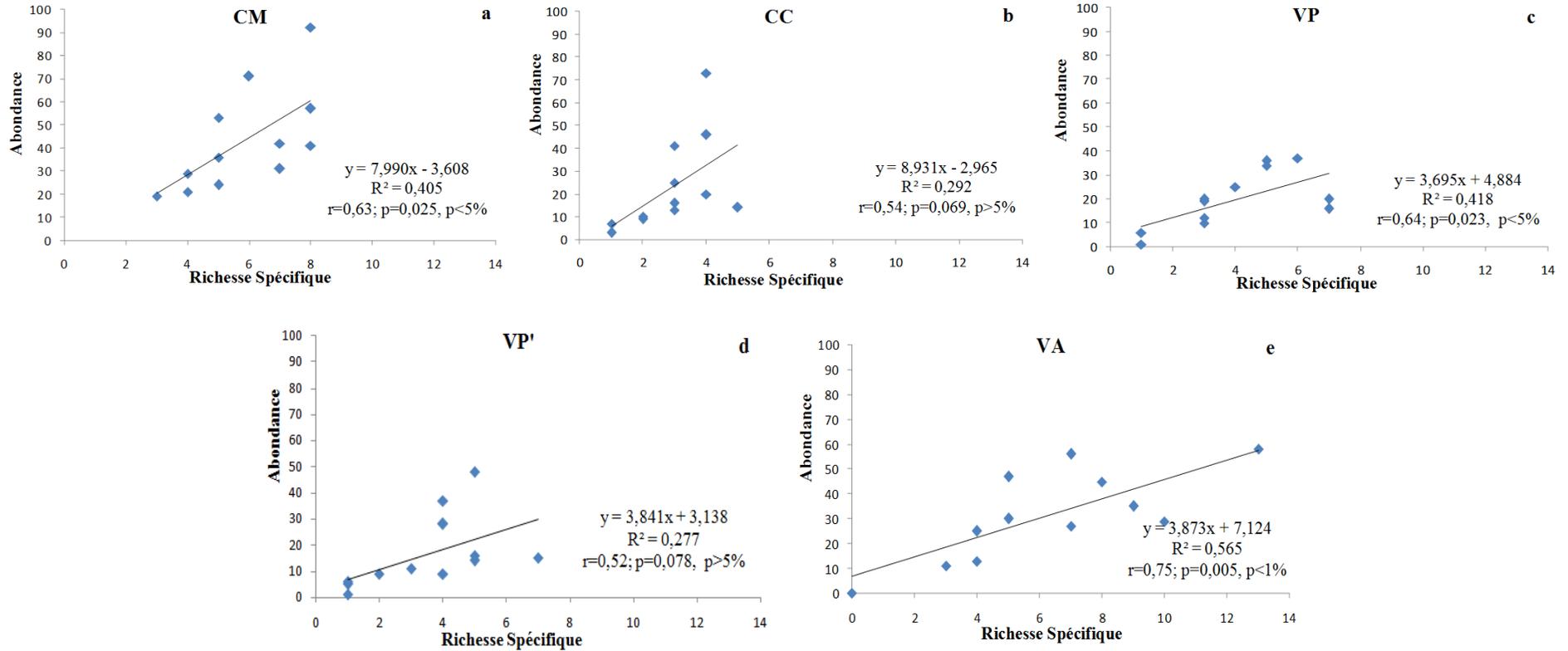
#### 4.1.7. Relation entre richesse spécifique / Abondance

Les méthodes classiques de corrélation et régression linéaire simple, permettent de montrer des interactions entre les indices de diversité et les facteurs du milieu. Pour notre cas, il s'agit de la combinaison richesse spécifique et abondance des individus de Papillons dans les différentes cultures étudiées. On peut donc déterminer le coefficient de corrélation de Pearson pour un couple d'indicateur et examiner son degré de signification par la valeur de la probabilité « p ». Et pour qu'une corrélation soit significative, il suffit que la valeur de p associées soit inférieure à 5%.

Durant les deux années de prospections successives allant d'octobre 2009 à septembre 2011, l'évolution des communautés lépidoptérique étudiées se caractérise généralement par des fluctuations considérables des effectifs de papillons. Et afin de comprendre la relation de présence de ces spécimens avec leur masse oscillante dans les cinq cultures différentes, des corrélations de Pearson ont été réalisées (Fig. 30 et 31).

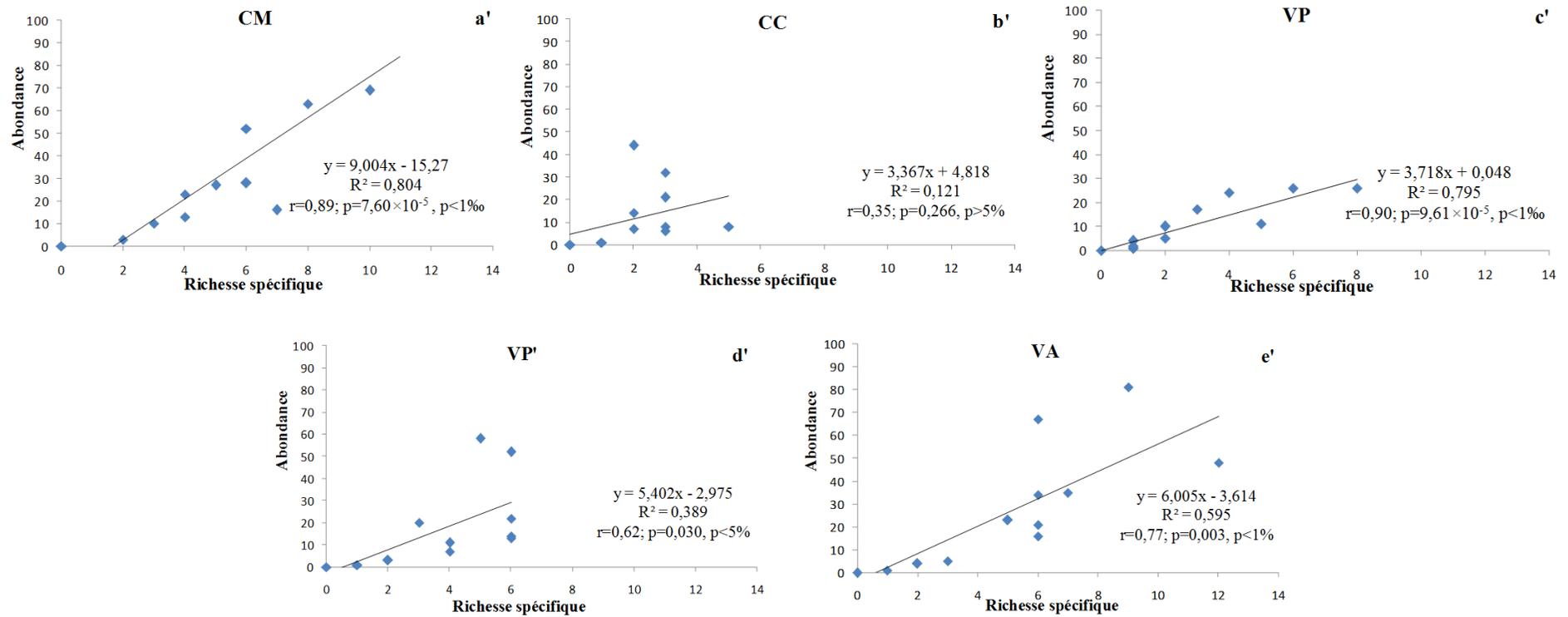
La richesse spécifique des communautés des Papillons de jour se révèle corrélée à la progression des abondances des individus. En effet, au cours de l'année allant d'octobre 2009 à septembre 2010 ; les coefficients de Pearson sont majoritairement positives, dans le maraichage et le verger de poirier, ils sont corrélés positivement et significativement, en affichant des valeurs de coefficients proches et respectives à  $r=0,63$  ;  $p=0,025$  (Fig.30a) et  $r=0,64$  ;  $p=0,023$  (Fig.30c). De même, dans les agrumes, nous notons une corrélation hautement significative ( $r=0,75$  ;  $p=0,005$  (Fig.30e). Par ailleurs, les céréales et le verger de pêcher montrent des coefficients similaires non significatifs respectifs à ( $r=0,54$ ;  $p=0,069$ , et  $r=0,52$  ;  $p=0,078$ ) (Fig.30b et d).

Entre octobre 2010 et septembre 2011, les corrélations signalées sont positives avec des coefficients significatifs dans le verger de pêcher ( $r=0,62$  ;  $p=0,03$ ) (Fig.31d'). Elle est hautement significative dans le verger d'agrumes ( $r=0,77$  ;  $p=0,003$ ) (Fig.31e'), et très hautement significatives dans le maraichage et le poirier avec des coefficients proches respectives ( $r=0,89$  ;  $p=7,60 \times 10^{-5}$  et  $r=0,90$  ;  $p=9,61 \times 10^{-5}$ ) (Fig.31a' et c'). D'un autre côté, on enregistre un coefficient de Pearson non significatif dans les céréales avec ( $r=0,35$  ;  $p=0,266$ ) (Fig.31b').



**Figure 30.** Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les cinq cultures durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010.

**CM:** culture maraichère, **CC:** culture céréalière, **VP:** verger Poirier, **VP':** verger de pêcher, **VA :** verger d'agrumes ; **r :** Coefficient de corrélation de Pearson ; **p :** Probabilité ; **a,b,c,d,e :** Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010.



**Figure 31.** Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les cinq cultures durant la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011.

**CM:** culture maraichère, **CC:** culture céréalière, **VP:** verger Poirier, **VP':** verger de pêcher, **VA :** verger d'agrumes ; **r :** Coefficient de corrélation de Pearson ; **p :** Probabilité ; **a',b',c',d',e' :** Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

#### 4.1.8. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans le milieu agricole

La particularité du degré d'organisation de tout peuplement s'exprime par un agencement caractéristique des abondances des espèces qui le composent. En effet, cet arrangement est une conséquence de plusieurs interactions de facteurs biotiques et abiotiques.

La distribution des fréquences des différentes espèces de Papillons de jour dans les cinq parcelles agricoles étudiées est aussi variable que celle des abondances. A cet effet, l'ordre d'arrivée par les diagrammes Rang/fréquence permet de suivre et de visionner les fluctuations spatiales de la structure des communautés des Rhopalocères et Hétérocères dans ce milieu agricole.

Cette partie s'intéresse également aux rangs/ fréquences des espèces durant les deux années de travail allant d'octobre 2009 à septembre 2010 et d'octobre 2010 à septembre 2011 et cela de façon indépendante. Les courbes d'ordre d'arrivée des espèces au niveau des différentes cultures, prises individuellement, présentent des alignements correctement échelonnées dans le temps. Nous avons attribué un code pour chaque espèce de Papillon apparentes dans les diagrammes Rangs/fréquences (Annexe 1).

A l'examen de la figure 32 illustrée, Trois groupes se distinguent au sein des communautés de Papillons. Un premier groupe, dans lequel on retrouve les espèces à forte fréquence et dans lequel se retrouvent aussi bien des catégories à espèces dominantes classiques et quelque fois des espèces opportunistes. Ces Papillons coexistent dans la plupart des cultures avec principalement des espèces appartenant au second groupe qui présentent des taux de position d'espèces moyennement fréquentes, par contre le dernier groupe rassemble les espèces à très faible dominance et quelques espèces attentistes.

D'après les résultats obtenus durant l'année d'étude allant d'octobre 2009 à septembre 2010, la figure 32a correspondant au maraichage, montre une richesse de 18 espèces, *Pieris rapae* arrive en 1<sup>er</sup> lieu, suivie de loin par *Pararge aegeria*, *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Cacyreus marshalli*, *Rhodometra sacraria* et *Lycaena phlaeas*, par la suite, arrive le 2<sup>ème</sup> groupe qui est constitué de *Cynthia cardui*, *Papilio*

*machaon*, *Vanessa atalanta*, *Danaus chrysippus* et *Gegenes pumilio*. Enfin le 3<sup>ème</sup> groupe formé de 6 espèces représentées par de faibles abondances ; il s'agit d'*Iphiclides feisthamelii*, *Pontia daplidice*, *Leptotes pirithous*, *Polyommatus bellargus*, *Charaxes jasius* et *Tyta luctuosa*.

La richesse des Papillons dans les céréales est de l'ordre de 9 espèces, *Pieris rapae* est de loin la plus importante par rapport aux autres espèces dont elle forme le 1<sup>er</sup> groupe. Alors que le 2<sup>ème</sup>, comporte 5 espèces, elles sont pratiquement positionnées dans la catégorie des espèces accessoires, il s'agit de *Rhodometra sacraria*, *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Cynthia cardui* et *Papilio machaon*. Par ailleurs, arrivent le 3<sup>ème</sup> groupe de 3 espèces seulement caractérisées par de faibles abondances, il est question de *Pararge aegeria*, *Pontia daplidice* et *Euchloe belemia* (Fig.32b).

L'ordre d'arrivée des Papillons de jour dans le verger de poirier est illustré en figure 32c. Cette culture renferme 15 espèces. *Pieris rapae* arrive encore une fois la première, elle est suivie par *Colias croceus*, *Rhodometra sacraria*, *Pararge aegeria*, et *Cynthia cardui*. Et pour le 2<sup>ème</sup> groupe, on remarque que c'est *Pieris brassicae* qui vient en pole position, suivie par *Iphiclides feisthamelii*, *Vanessa atalanta* et *Papilio machaon*. Pour le groupe 3, on trouve ; *Pontia daplidice*, *Euchloe belemia*, *Cacyreus marshalli*, *Zizeeria karsandra*, *Aricia agestis* et *Polyommatus bellargus* qui se présentent sur la même ligne.

*Pieris rapae*, occupe la première entrée au niveau du verger de pêcher, elle est suivie par *Colias croceus*, *Pararge aegeria*. Le 2<sup>ème</sup> groupe qui arrive par la suite, est constitué de *Pieris brassicae* et *Cynthia cardui*, ces dernières se présentent sur la même ligne. *Rhodometra sacraria* et *Papilio machaon* arrivent au même moment malgré qu'elles se fassent connaître par des abondances différentes, cette arrivée se continue par *Utetheisa pulchella*. Les espèces ayant la même classe d'abondance, apparaissent sur la même ligne, il est question d'*Iphiclides feisthamelii*, *Polyommatus icarus*, *Charaxes jasius* et *Vanessa atalanta* (Fig.32d).

Au niveau des agrumes, l'espèce *Pieris rapae* est classée la première dans la rangée. De loin par la suite, s'installent la majorité des espèces et présentent une arrivée en disposition échelonnée ; il s'agit de *Pararge aegeria*, *Rhodometra sacraria*, *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Papilio machaon*,

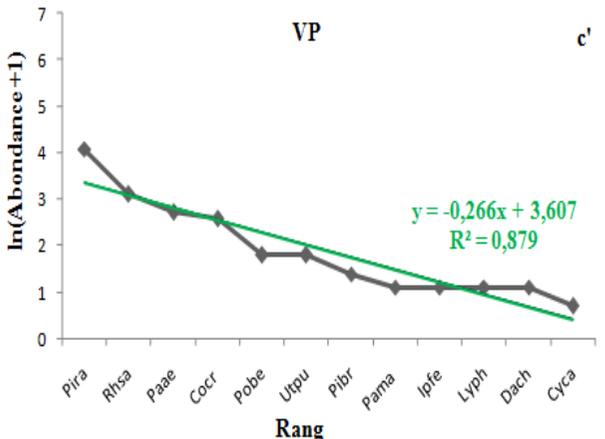
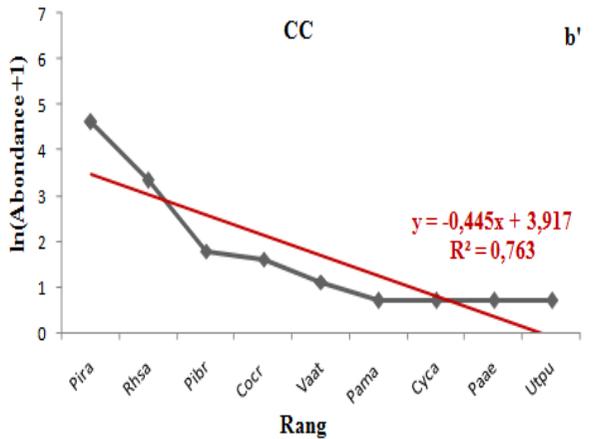
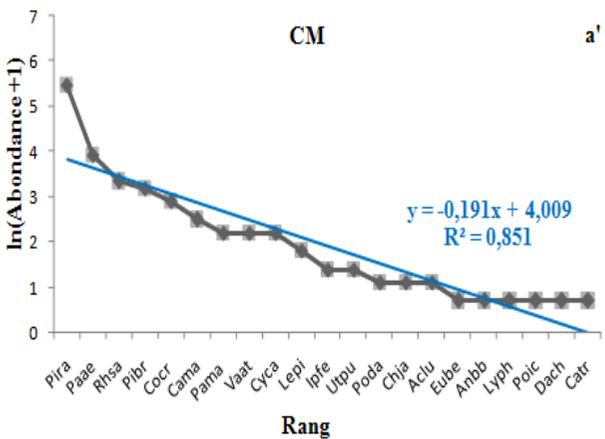
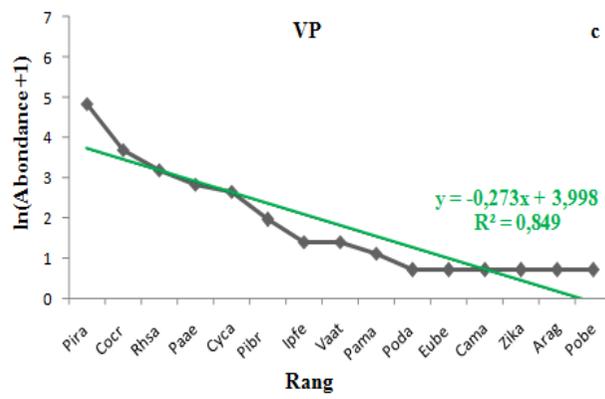
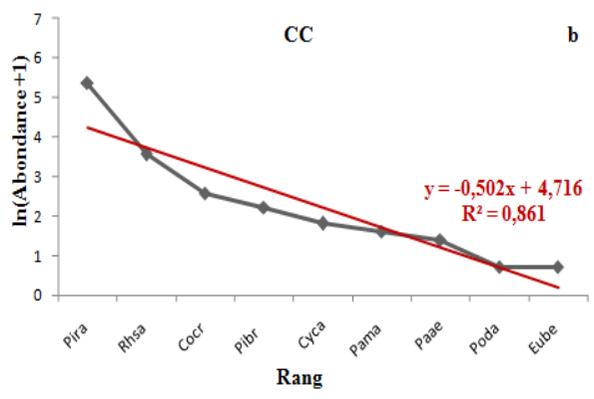
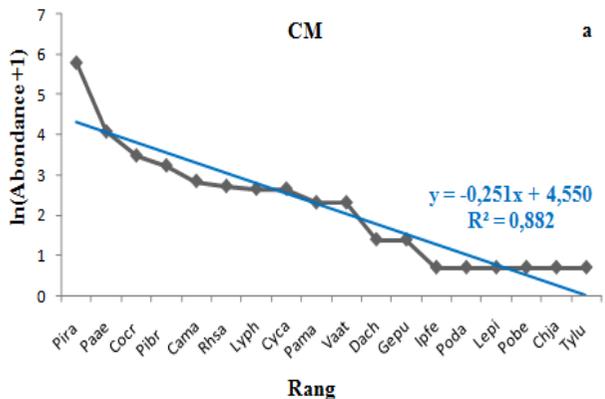
*Polyommatus icarus*, *Charaxes jasius*, *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus bellargus*, *Danaus chrysippus*, *Iphiclides feisthamelii*, *Cacyreus marshalli* et *Leptotes pirithous*. Cette courbe des 15 espèces s'avère presque uniforme et homogène. En dernier lieu, 6 espèces se manifestent en des faibles fréquences, dressées sur une même ligne, correspondant à *Gonepteryx cleopatra*, *Aricia agestis*, *Carcharodus tripolinus*, *Utetheisa pulchella*, *Tyta luctuosa*, et *Acontia lucida* (Fig.32e).

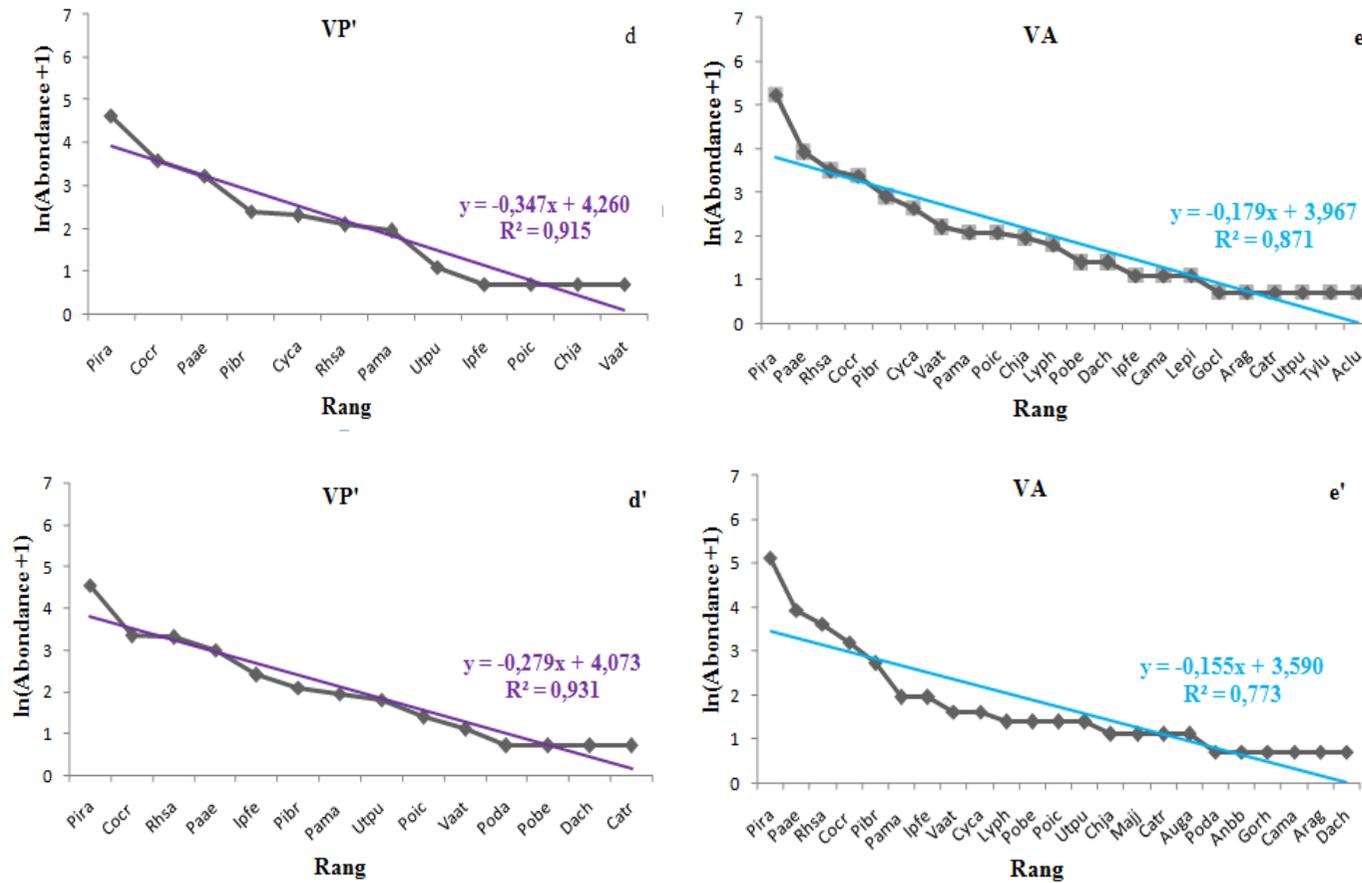
Pour ce qui est de la deuxième année d'étude (octobre 2010 à septembre 2011). Les résultats obtenus par les diagrammes rang/fréquence, ont montré que la succession des espèces de Papillons varie d'une culture à une autre et d'une année à une autre. Dans les plantations agricoles prospectées on constate soit une augmentation, soit une régression du nombre de spécimens et un décalage dans l'ordre d'arrivée des espèces.

Dans la culture maraîchère, sur les 21 espèces de Rhopalocères et Hétérocères collectées, *Pieris rapae* se manifeste en tant qu'espèce prédominante. Elle s'observe accompagnée par un nombre important, de 14 espèces, avec une arrivée assez harmonieuse et échelonnée. Le 3<sup>ème</sup> groupe arrive avec 6 espèces possédant les plus faibles valeurs de fréquences (Fig.32a').

Cette année aussi, les céréales abritent 9 espèces. *Pieris rapae* arrive la première en formant le 1<sup>er</sup> groupe. Alors que le groupe 2 est constitué de *Rhodometra sacraria*, *Pieris brassicae* et *Colias croceus*, ces deux dernières espèces présentent une alternance d'arrivée comparativement à l'année précédente. On signale la présence de 4 espèces ayant de faibles valeurs, il est question de *Papilio machaon*, *Cynthia cardui*, *Pararge aegeria*, et *Utetheisa pulchella* (Fig.32b').

En ce qui concerne le verger de poirier, on note pour cette deuxième année d'échantillonnage une diminution du nombre de spécimens avec 12 espèces. Après la dominante, *Pieris rapae*, pointent 6 espèces, qui vu leur abondance forment le 2<sup>ème</sup> groupe. Cependant, un plateau d'espèces s'installe en s'exprimant avec la même valeur de fréquence et cette courbe s'accroît vers le bas en annonçant l'arrivée de la dernière espèce, il s'agit bien de *Cynthia cardui*, cet ensemble forme le 3<sup>ème</sup> groupe (Fig.32c').





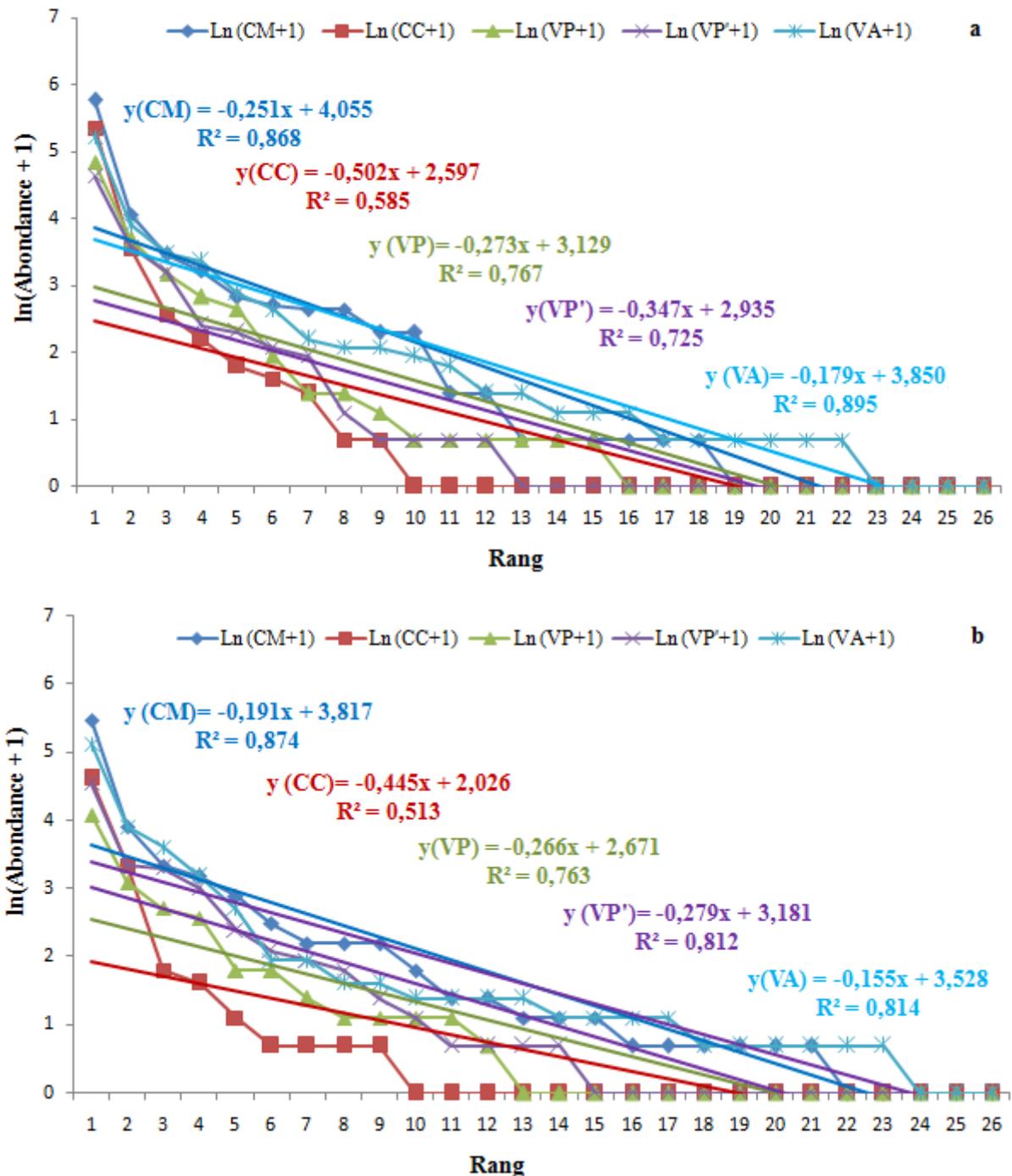
**Figure 32.** Ordre d'arrivée des espèces de Papillons dans les cinq cultures agricoles durant les deux années d'échantillonnage.

CM: culture maraîchère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcher, VA : verger d'agrumes, a, b, c, d, e: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; a', b', c', d', e': Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011

Pendant que le verger de poirier affiche une baisse du nombre d'espèces, le verger de pêcher par contre enregistre une légère augmentation de 2 espèces par rapport à l'année précédente, derrière *Pieris rapae*, viennent 9 espèces, dont la courbe d'arrivée semble avoir la même allure que celle de l'année précédente. Par la suite, sur une même ligne, s'affichent 4 espèces qui forment le 3<sup>ème</sup> groupe. Il s'agit de *Pontia daplidice*, *Polyommatus bellargus*, *Danaus chrysippus* et *Carcharodus tripolinus* (Fig.32d').

Le verger d'agrume, est caractérisé par 23 espèces de Papillons. Après la dominante, *Pieris rapae*. On note dans cette culture avec une courbe qui affiche une baisse accentuée de la fréquence pour 4 espèces (*Pararge aegeria*, *Rhodometra sacraria*, *Colias croceus*, *Pieris brassisae* et *Vanessa atalanta*), ce 2<sup>ème</sup> groupe est suivi par des plateaux superposés comportant des espèces ayant de faibles valeurs d'abondances (Fig.32e').

Pour déterminer la diversité des communautés de Papillons de jours dans les plantations agricoles de la région de Souachette (Rouiba), des diagrammes rang/fréquence ont été établis sur la base de calculs des abondances transformées en logarithmes et le rang des espèces, ce qui nous permet de visionner l'ordre d'arrivée des papillons. Ces diagrammes Rangs-abondances ont été comparés au modèle de Motomura. Les comparaisons des pentes des abondances dans les cultures agricoles ont été réalisées en utilisant la procédure décrite dans le Logiciel PAST version 1.81 (HAMMER et al., 2001). Les analyses de covariance ont été conduites en considérant les pentes comme moyennes et les carrés des erreurs standards des valeurs x comme les variances. La probabilité correspondante est calculée avec le test de Barlett (Fig.33).



**Figure 33.** Diagramme rang/fréquence globale des espèces de Papillons dans les cinq cultures agricoles.

CM: culture maraichère, CC: culture céréalière, VP: verger Poirier, VP': verger de pêcheur, VA: verger d'agrumes, a : Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010, b : Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

A la vue des tableaux 18 et 19, et suite à l'analyse précitée, on note la présence de différence significative dans la diversité des Papillons de jour dans les différentes cultures étudiées pour les deux années d'échantillonnage.

Pendant la première année d'étude allant d'octobre 2009 à septembre 2010, l'ajustement des pentes dans les différentes plantations agricoles au model naturel de Motomura montre la présence de probabilités qui sont très et hautement significatives, pour certaines pentes (Tab.18). Cela signifie que la lépidofaune rencontrée ne présente pas de perturbation dans ces cultures.

Pour la deuxième année, la même tendance est observée. Des comparaisons de pentes des équations des courbes de tendance de ces fluctuations indiquent aussi des probabilités associées significatives dans ces plantations agricoles (Tab.19), ce qui démontre la aussi la stabilité des papillons de jours dans les cultures lors de la deuxième année.

**Tableau 18.**Ajustement au modèle de Motomura dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2009 à septembre 2010.

	CM	CC	VP	VP'	VA
<b>Pente</b>	-0,251	-0,502	-0,273	-0,347	-0,179
<b>Ajustement modèle Motomura</b>	$7,54 \times 10^{-9}$	$3,08 \times 10^{-4}$	$1,05 \times 10^{-6}$	$1,10 \times 10^{-6}$	$2,24 \times 10^{-10}$
<b>CM</b>					
<b>CC</b>	$4,45 \times 10^{-5***}$				
<b>VP</b>	$0,196^{NS}$	$4,74 \times 10^{-3**}$			
<b>VP'</b>	$0,162^{NS}$	$0,014^*$	$0,866^{NS}$		
<b>VA</b>	$0,084^{NS}$	$1,08 \times 10^{-8***}$	$2,71 \times 10^{-3**}$	$2,37 \times 10^{-3**}$	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1 % (\*\*\*) ou très hautement significatives à 1 % (\*\*\*\*); (NS) : Différence non significative.

**Tableau 19.** Ajustement au modèle de Motomura dans les cinq cultures agricoles durant la période d'octobre 2010 à septembre 2011.

	CM	CC	VP	VP'	VA
<b>Pente</b>	-0,191	-0,445	-0,266	-0,279	-0,155
<b>Ajustement modèle Motomura</b>	$2,69 \times 10^{-9}$	$2,09 \times 10^{-3}$	$6,71 \times 10^{-6}$	$2,43 \times 10^{-8}$	$3,24 \times 10^{-8}$
<b>CM</b>					
<b>CC</b>	$0,575^{NS}$				
<b>VP</b>	$3,82 \times 10^{-2*}$	$0,278^{NS}$			
<b>VP'</b>	$0,467^{NS}$	$0,956^{NS}$	$0,224^{NS}$		
<b>VA</b>	$0,978^{NS}$	$0,555^{NS}$	$3,16 \times 10^{-2*}$	$0,443^{NS}$	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1 % (\*\*\*) ou très hautement significatives à 1 % (\*\*\*\*); (NS) : Différence non significative.

#### 4.1.9. Courbe de vol des Papillons de jour dans le milieu agricole

Les courbes de vol des espèces de Papillons de jour du milieu agricole de la région de Souachette (Rouiba) ont été obtenues grâce au dénombrement mensuel des imagos. Pour chaque année d'étude et pour chaque culture, deux papillons ont été choisis sur la base de leurs ordres d'arrivée chronologique et leurs barycentres g. Les courbes sont rapportées sous forme d'histogramme combiné à une courbe.

##### 4.1.9.1. Courbe de vol de *Pieris rapae*

L'espèce *Pieris rapae* est le papillon classé au premier rang des ordres d'arrivée dans toutes les parcelles et durant les deux années de prospections. La Piéride de la rave est suivie tantôt par *Pararge aegeria* ou *Rhodometra sacraria* et tantôt par *Colias croceus*.

Dans le maraichage, *Pieris rapae* est notée durant tous les mois de la première année d'échantillonnage, et d'après la figure 34a, nous notons trois pics apparents, le premier est observé au mois de novembre avec 25 individus, le 2<sup>ème</sup> au mois de juillet avec 33 individus, et le maximum de vol est enregistré au mois de septembre avec 68 individus. On note aussi un pic assez important en saison printanière, au mois d'avril avec 67 individus. *Pieris rapae* est aussi présente toute l'année dans les céréales (Fig.35a). Quant au verger de poirier, elle est rencontrée durant tous les mois de l'année mais avec des abondances moindres, sa courbe de vol est représentée par des fluctuations plus au moins équitables, le pic le plus élevé est enregistré au mois d'avril avec 21 individus, les plus faibles sont notés au mois de janvier et septembre avec respectivement 1 et 2 individus (Fig.36a). Dans le verger de pêcher, les fluctuations de cette piéride forment un plateau assez compacte allant entre 15 et 33 individus, avec l'observation d'un maximum de vol au mois de septembre 2010 avec 68 individus (Fig.37a). Par ailleurs, le vol de *Pieris rapae* se manifeste de manière moindre dans le verger d'agrumes, le maximum est affiché au septembre 2010 avec 36 individus, et une absence totale au mois de janvier (Fig.38a).

Au cours de l'année d'étude, allant d'octobre 2010 à septembre 2011. La piéride de la rave s'est montrée présente dans toutes les plantations agricoles. Au sein de la culture maraichère, cette espèce affiche sa présence avec un pic maximale au mois d'octobre de l'ordre de 70 individus, puis la courbe décroît d'un rapidement et s'annule au mois de janvier et février 2011, cette courbe de vol reprend légèrement sa remontée pour le reste des mois, pour atteindre un pic au mois de juillet avec 46 individus (Fig.34b). Durant pratiquement 5 mois, l'observation de la piéride à été marginale avec l'observation d'un seul individu au mois d'octobre et janvier dans la culture des céréales. Son activité de vol s'accroît avec des abondances très basses pour atteindre un maximum au mois de mai (43 individus), de nouveau la courbe régresse pour afficher encore des présences basses ou quasiment nulles pour la suite des mois au niveau des céréales (Fig.35b). Concernant le verger de poirier, ce papillon marque sa présence aux mois de juin et juillet avec 13 individus, pour la suite il semble régresser en termes de nombre (Fig.36b). La piéride a été peu observée au mois d'octobre avec seulement 5 individus, puis 1 individu en novembre et décembre, une absence totale en janvier et février pour réapparaître au mois de mars avec 5 individus et le maximum est mentionné en juin avec 38 individus. La même tendance est observée au niveau du verger de pêcher (Fig.37b). Alors que dans le verger d'agrume, la piéride est présente avec un nombre appréciable en octobre avec 28 individus, pour les quatre mois qui suivent, ce papillon est quasi absent. Il se relance en mars avec 9 individus pour atteindre le maximum en juin et juillet avec respectivement 43 et 41 individus (Fig.38b).

#### **4.1.9.2. Courbe de vol de *Pararge aegeria***

*Pararage aegeria*, appelé communément le Tircis, est pris en considération qu'en culture maraichère et en verger d'agrume durant les deux années de travail. Ce papillon qui vient juste après la piéride de la rave dans le maraichage est absent durant les mois ; d'octobre, novembre et décembre 2009. Cet insecte réapparaît en janvier avec 2 individus. Il atteint un maximum en avril, mai et juin 2010 avec 13 individus. De nouveau, il marque une absence au mois d'août ensuite 2 individus ont été comptés

en septembre 2010 (Fig.34a). Dans le verger d'agrume, le Tircis semble être absent entre octobre et janvier, excepté en novembre où nous avons noté 3 individus seulement. Le tircis ressurgit discrètement en février 2010 et aboutit à un maximum en mai avec 18 individus. On note, ensuite une chute brutale des effectifs en juillet, puis une absence en août et septembre (Fig.38a).

Lors de la 2<sup>ème</sup> année, dans le maraichage, la courbe de vol manifesté par *Pararge aegeria* ressemble grandement à celle dessinée durant l'année précédente, sauf, que ce papillon marque une absence en février, août et septembre 2011 (Fig.34b). En verger d'agrume, l'activité de vol du tircis, mentionne la présence de 3 individus en janvier 2011, et affiche des effectifs proches aux mois de mars, avril, mai, juin et juillet avec respectivement 6, 9, 9, 10 et 9 individus (Fig.38b).

#### **4.1.9.3. Courbe de vol de *Colias croceus***

Ce papillon de la famille des *Pieridae*, appelé aussi « Souci », est traité dans les deux vergers de poirier et de pêcher, il vient après la piéride de la rave dans ces deux cultures. Durant la saison automnale 2009, le souci est observé avec un maximum de 5 individus dans le verger poirier, il disparaît aux mois de janvier, février 2010. Il ressurgit modestement en mars et aboutit en mai à son maximum de 10 individus pour disparaître à nouveau en août et septembre 2010 (Fig.36a). Par ailleurs, dans le verger de pêcher, cet insecte dessine sa courbe de vol en saison printanière et estivale avec un pic de 13 individus en juin 2010. En automne et en hiver, il marque des abondances soit trop faibles, soit nulles (Fig.37a).

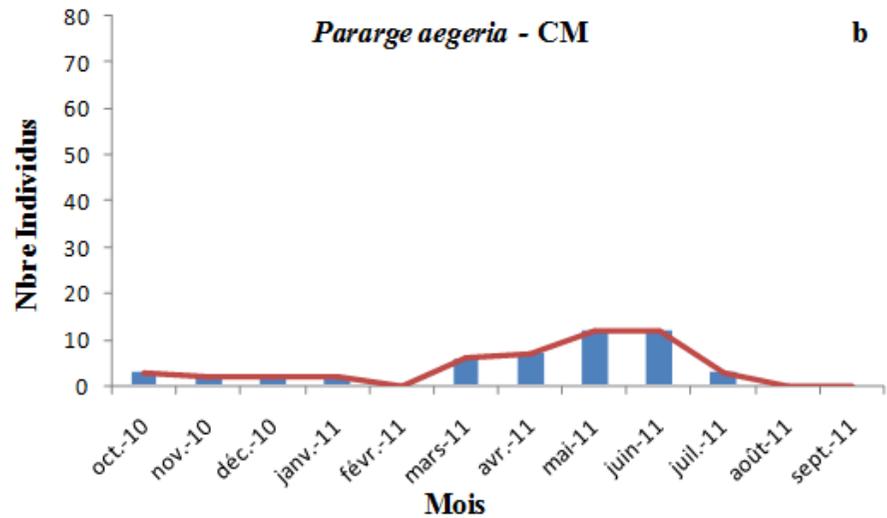
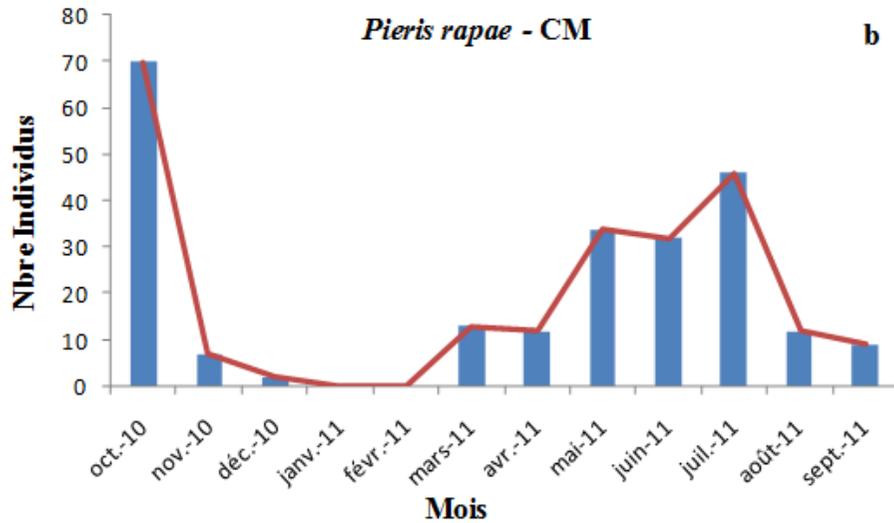
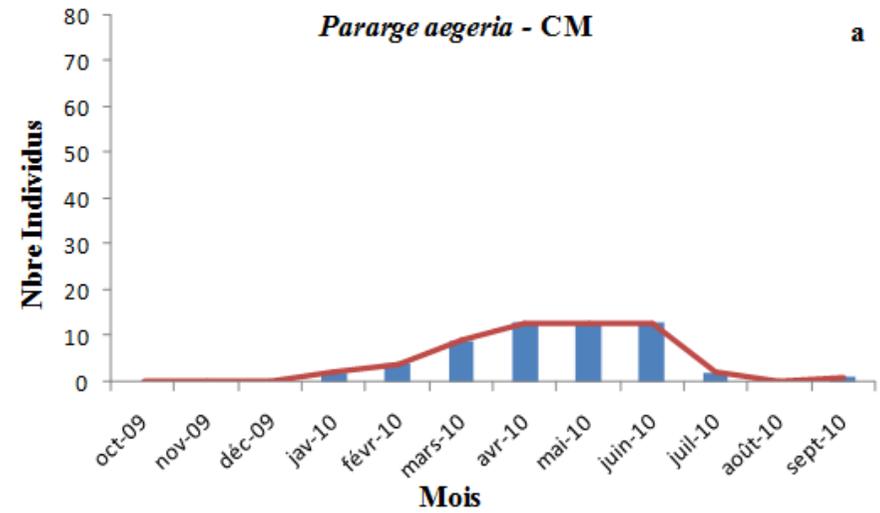
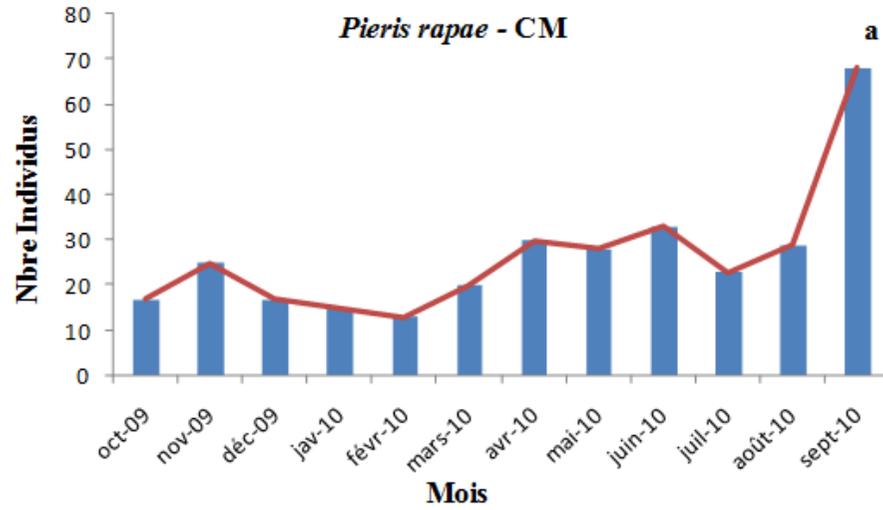
Quant à la période allant d'octobre 2010 à septembre 2011, ce papillon suit *Pieris rapae* qu'en verger de pêcher. Son activité de vol prend la même allure que celle de l'année précédente, mais avec des effectifs plus faibles. Le maximum est observé en juillet 2011 avec 13 individus (Fig.37b).

#### 4.1.9.4. Courbe de vol de *Rhodometra sacraria*

*Rhodometra sacraria* est un papillon appartenant à la famille des *Geometridae*, son nom commun est « La Phalène sacrée », ce petit hétérocère diurne a été noté comme une espèce arrivant juste après *Pieris rapae* dans les céréales durant les deux années et dans le verger de poirier pendant la 2<sup>ème</sup> année d'étude.

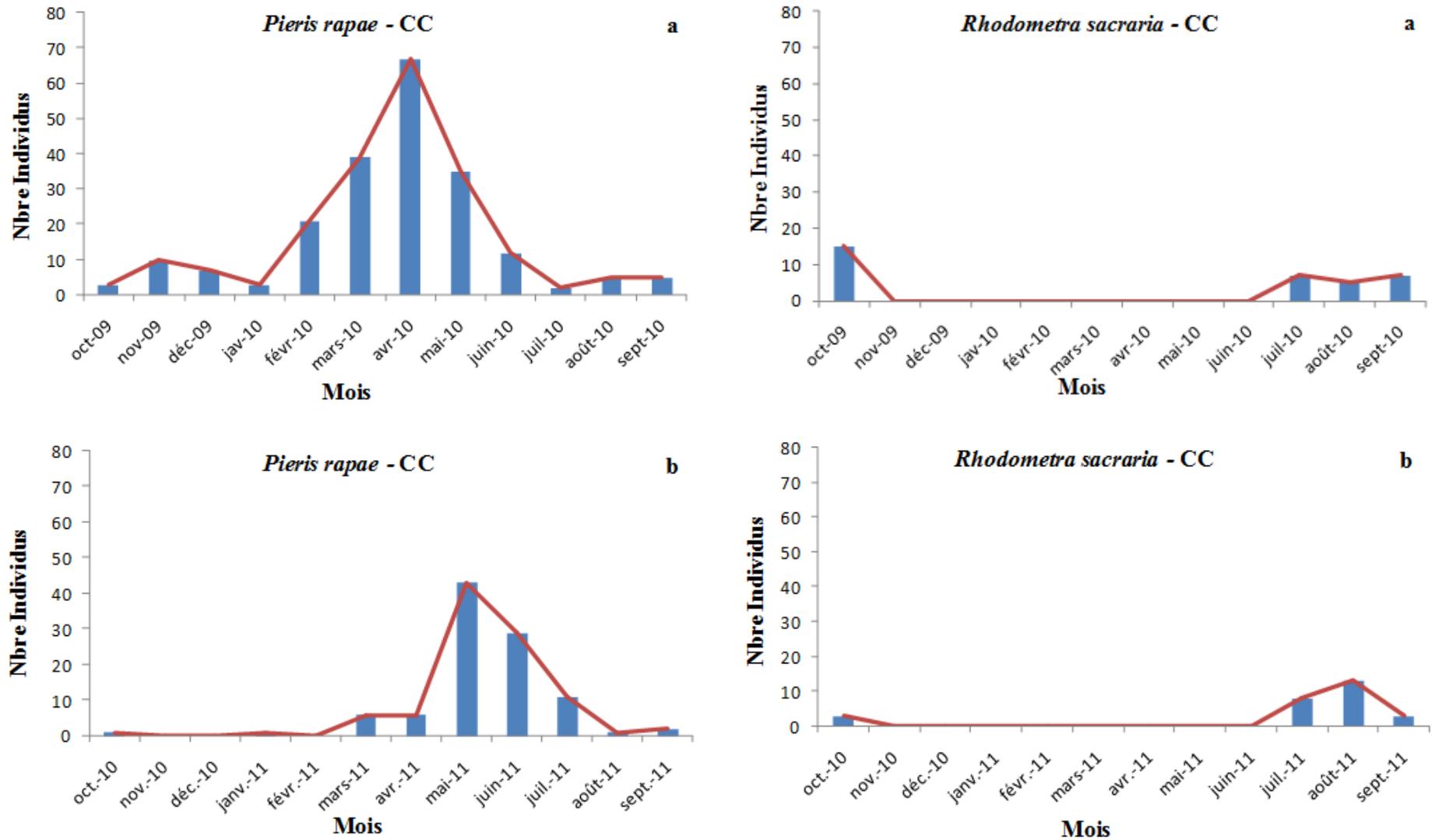
Entre octobre 2009 et septembre 2010, le vol de *Rhodometra sacraria* dans la culture céréalière, se manifeste par un pic de 15 individus en octobre, après huit mois d'absence, elle ressurgit pauvrement avec 7, 5 et 7 individus respectives aux mois de juillet, août et septembre 2010 (Fig.35a).

Quant à la 2<sup>ème</sup> année, la courbe de vol de la phalène sacrée semble prendre la même allure que celle de la 1<sup>ère</sup> année avec des effectifs plus au moins faibles, son maximum est atteint en août avec 13 individus (Fig.35b). Alors que dans le verger de poirier, le vol de ce papillon est assez limité, il se manifeste en septembre avec 3 individus seulement, après une longue rupture de huit mois, il réapparaît en juillet et août avec respectivement 3 et 15 individus (Fig.36b).



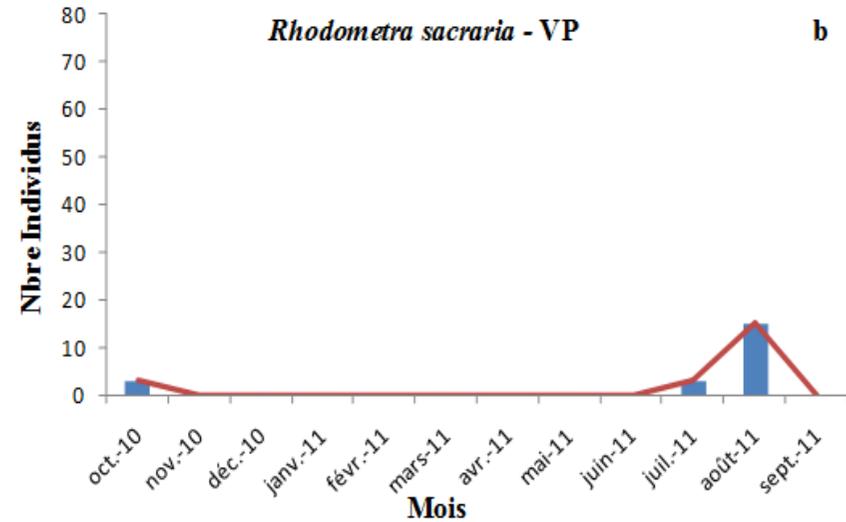
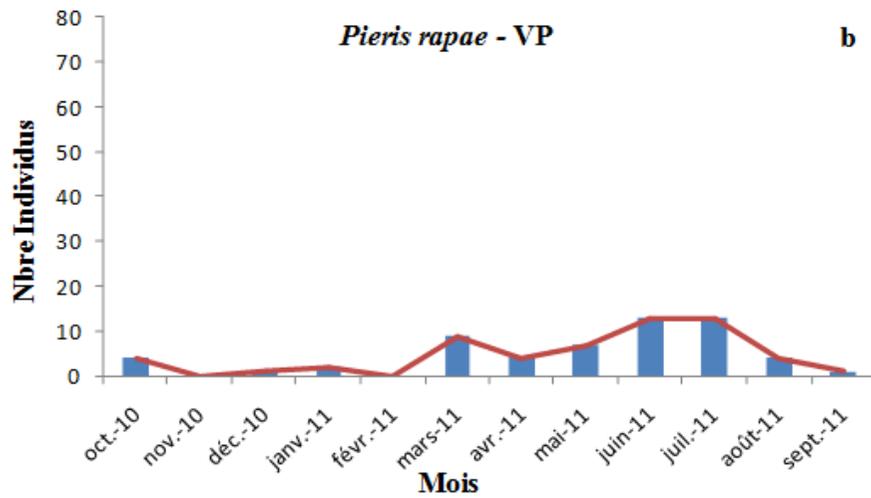
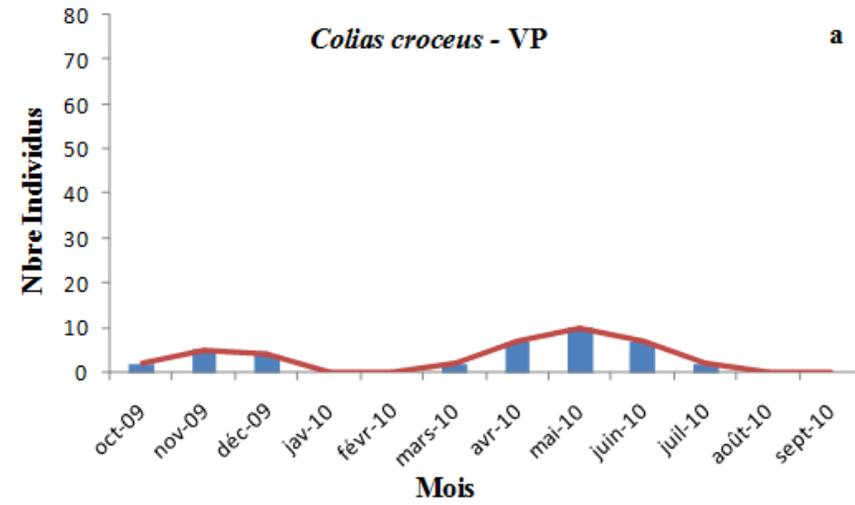
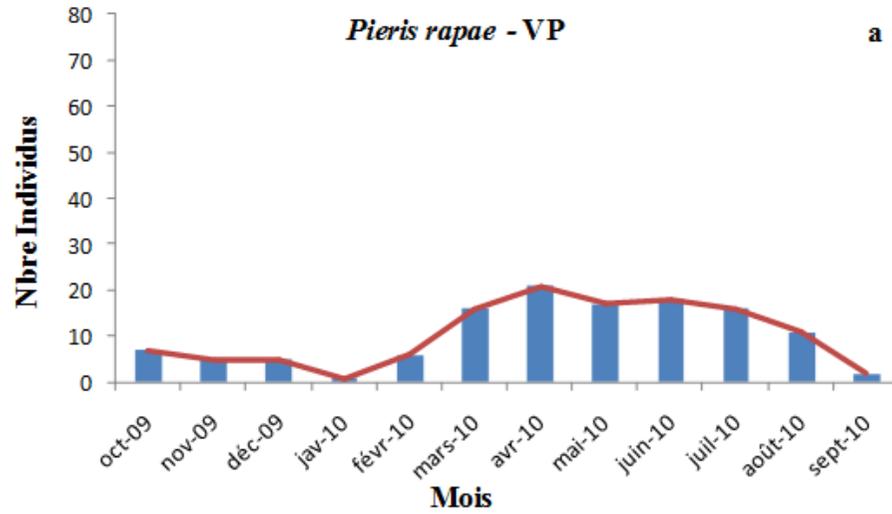
**Figure 34.** Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Pararge aegeria* au niveau de la culture « maraichère ».

CM: culture maraichère, a: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; b: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011



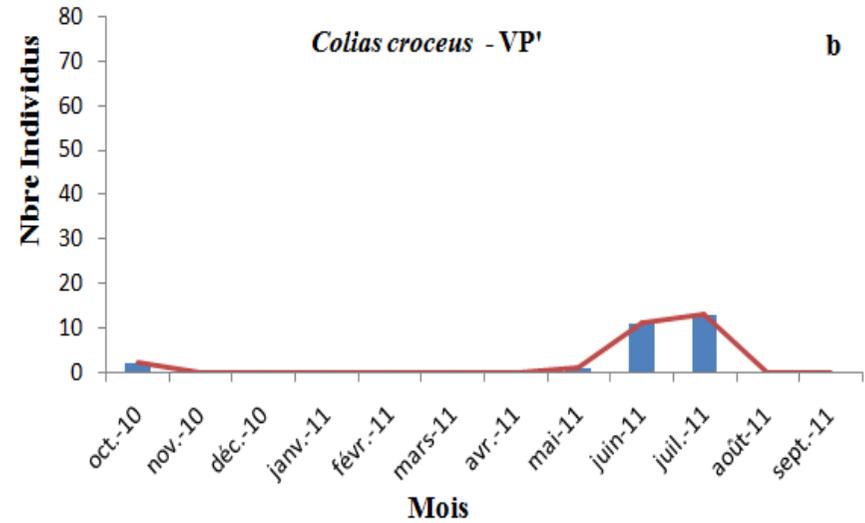
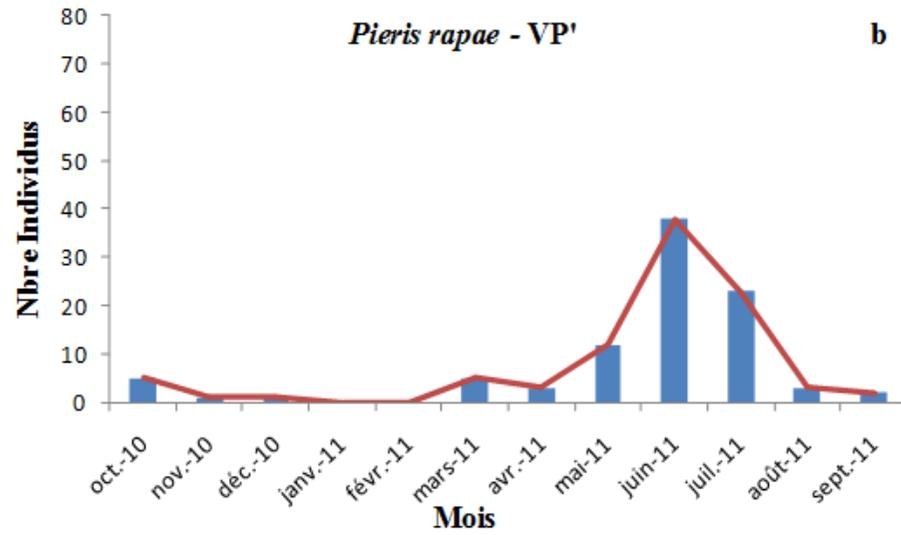
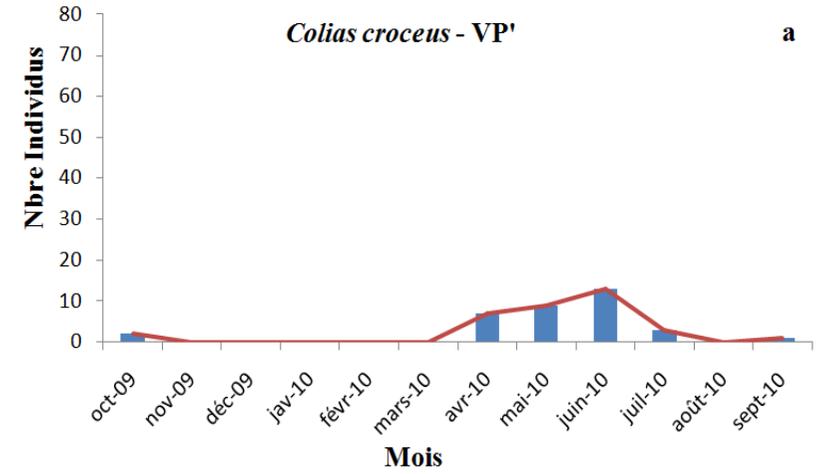
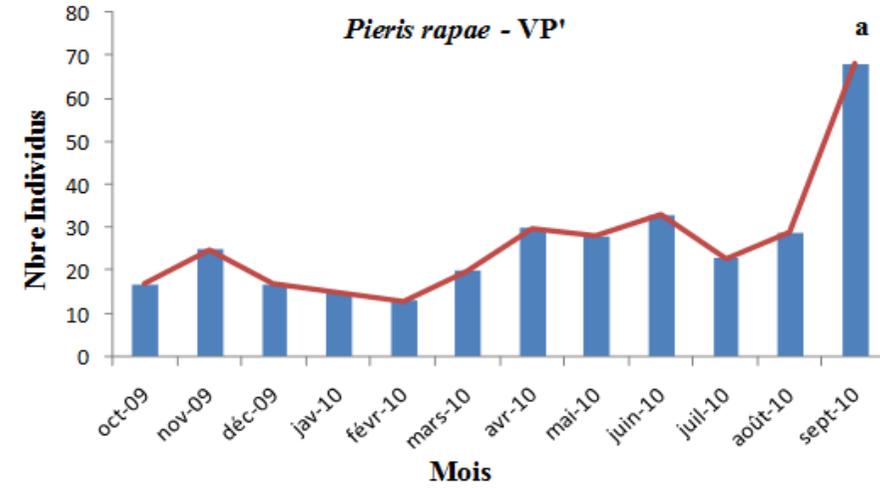
**Figure 35.** Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Rhodometra sacraria* au niveau de la culture « céréalière ».

CC: culture céréalière, **a**: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; **b**: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.



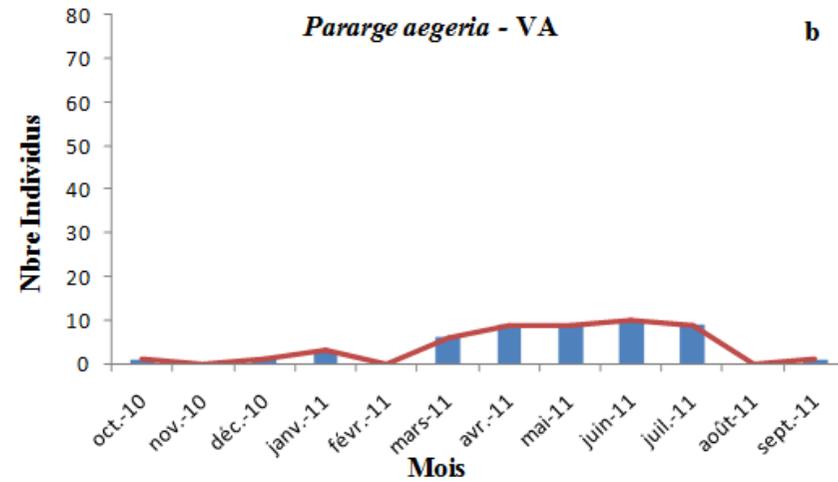
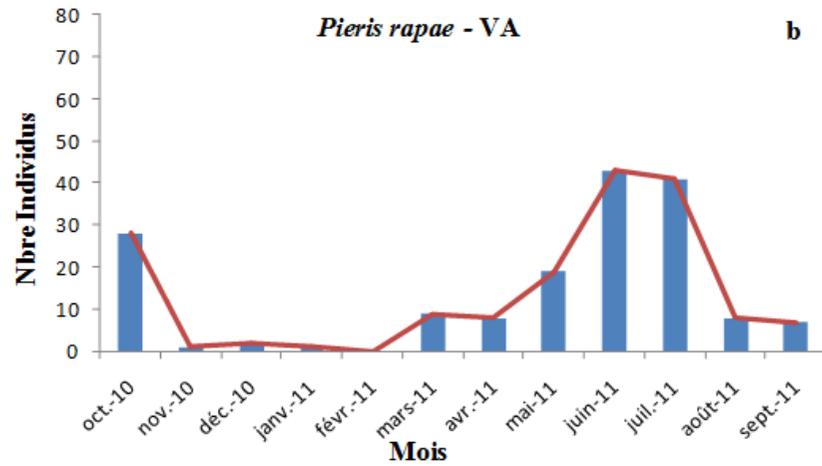
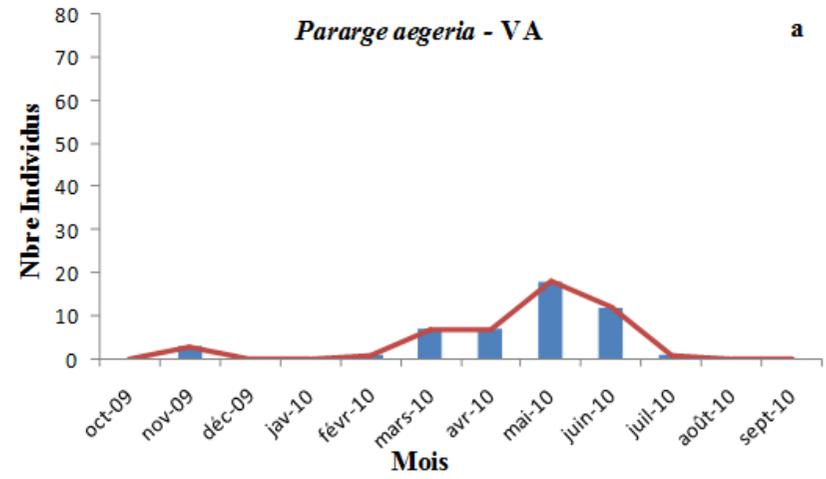
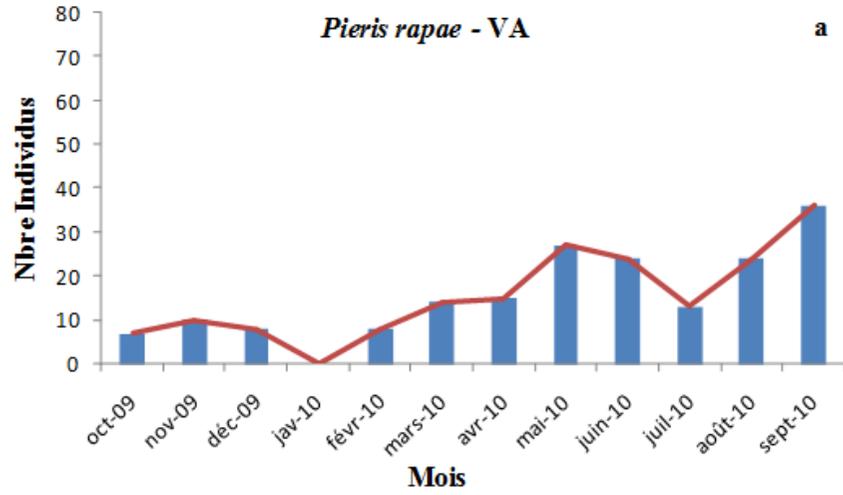
**Figure 36.** Courbes de vol de *Pieris rapae*, *Colias croceus* et *Rhometra sacraria* au niveau du verger « poirier ».

VP: verger de poirier, **a**: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; **b**: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.



**Figure 37.** Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Colias croceus* au niveau du verger « pêcher ».

VP': verger de pêcher, a: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; b: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.



**Figure 38.** Courbes de vol de *Pieris rapae* et *Pararge aegeria* au niveau du verger « agrume ».

VA: verger d'agrume, **a**: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; **b**: Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

#### 4.1.10. Structure spatio-temporelle des communautés lépidoptérique

Les abondances relatives des espèces de Papillons pendant les deux années d'étude analysées indépendamment ont été soumises à une analyse des correspondances redressée (DCA). Et 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 pour le regroupement des embranchements et qui permet de structurer les peuplements en groupes sur la base de la mesure de la similitude entre les coordonnées des différentes variables. L'analyse est réalisé à l'aide du Logiciel PAST version 1.81 (HAMMER *et al.*, 2001). Un code est accordé pour chaque espèce contribuant dans la construction des deux axes de la D.C.A. (Annexe 1).

Durant la première année d'étude (octobre 2009 à septembre 2010), la DCA, nous indique 6,69% et 5,88% de la contribution des informations rapportées respectivement sur les axes 1 et 2. Dans ce plan d'ordination, l'analyse révèle un nuage de points plus ou moins structuré en trois entités ou groupes, et le calcul de la distance euclidienne est établi sur la base de la similarité (Fig.39A).

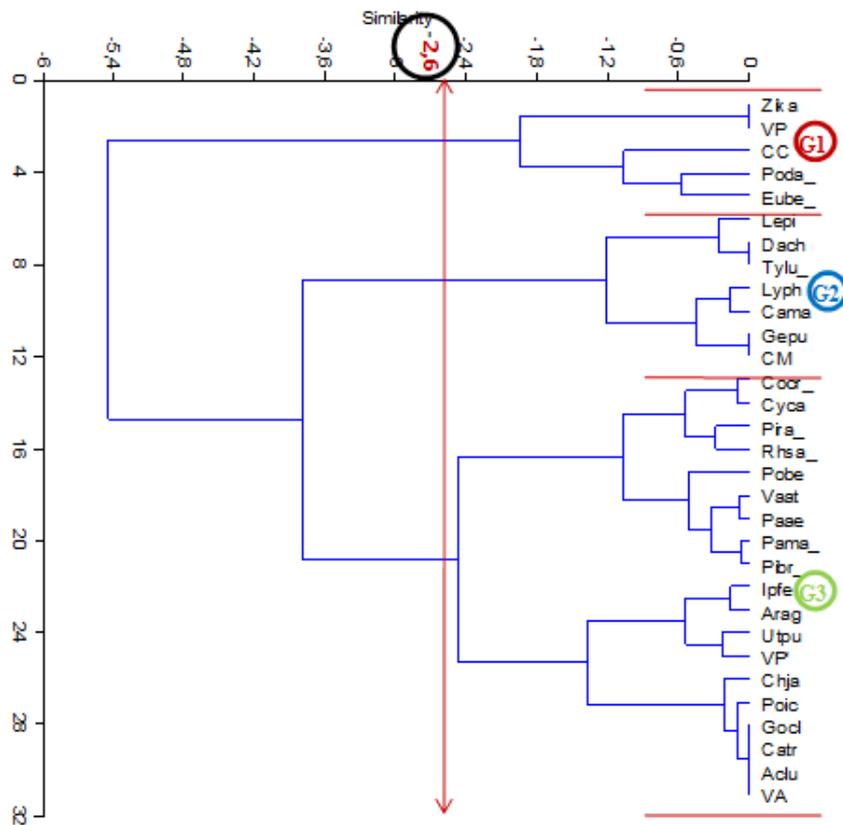
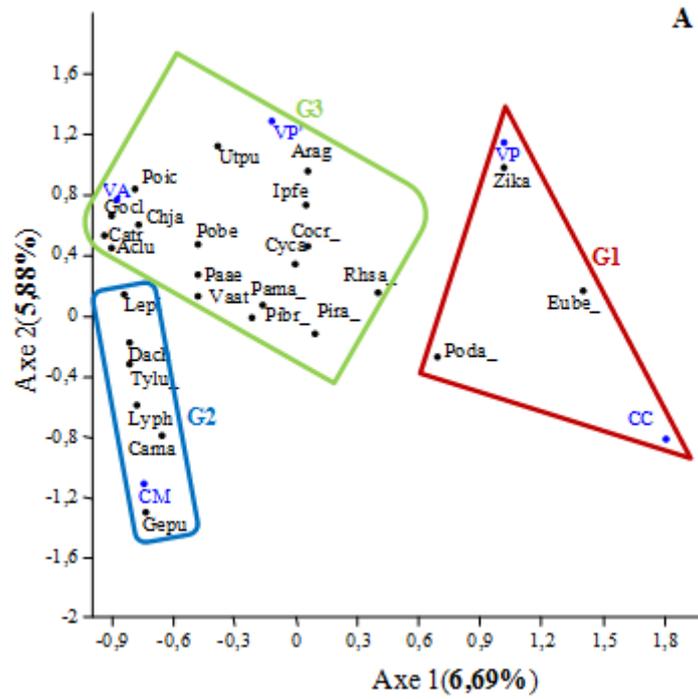
Le premier groupe est le plus petite et regroupe 11,53% d'espèces recensées. Il constitue les espèces collectées dans les deux cultures correspondant aux céréales et au verger de poirier (CC et VP) : *Pontia daplidice*, *Euchloe belemia* et *Zizeeria karsandra*.

Le second groupe forme 6 espèces, soit 23,07%, trouvées dans la culture maraichère (CM) ; il est question de *Leptotes pirithous*, *Danaus chrysippus*, *Lycaena phlaeas*, *Cacyreus marshalli*, *Gegenes pumilio* et *Tyta luctuosa*.

Le troisième groupe est le plus grand et renferme le reste des espèces (17), soit 65,38% de la totalité des Papillons. Cette entité correspond aux papillons capturés au sein des deux vergers : pêcher et agrume (VP' et VA). Il s'agit d'*Iphiiclides feisthamelii*,

*Papilio machaon*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Colias croceus*, *Gonopteryx cleopatra*, *Polyommatus icarus*, *Polyommatus bellargus*, *Aricia agestis*, *Charaxes jasius*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Pararge aegeria*, *Carcharodus tripolinus*, *Utetheisa pulchella*, *Rhodometra sacraria*, et *Acontia lucida*.

La classification hiérarchique ascendante (C.A.H.) à partir des distances euclidiennes basées sur la méthode « Ward » permet de reconnaître les 3 groupes, selon la droite de troncature choisie (-2,6) (Fig.39A).



**Figure 39.** Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu agricole à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2009-2010.

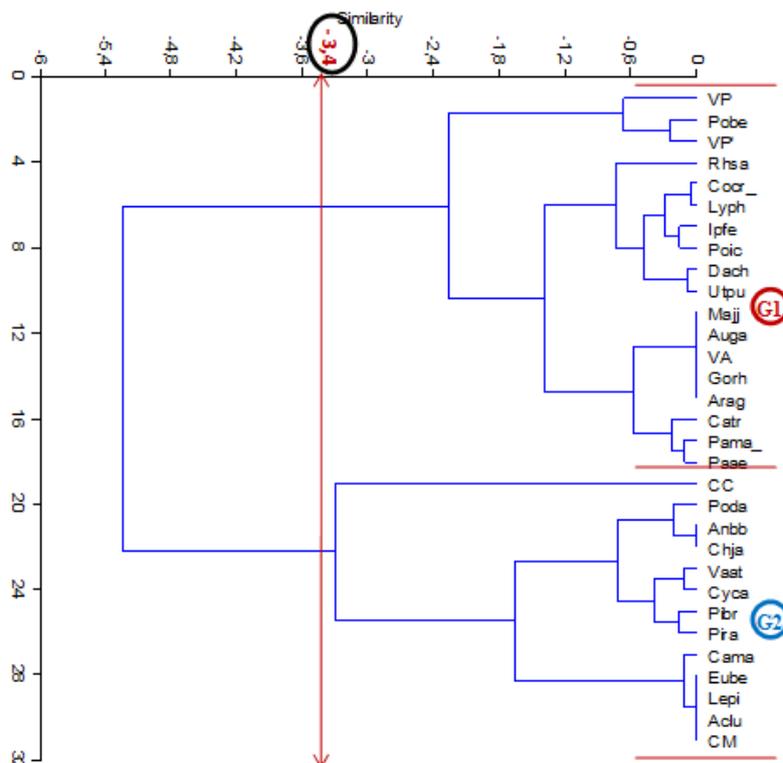
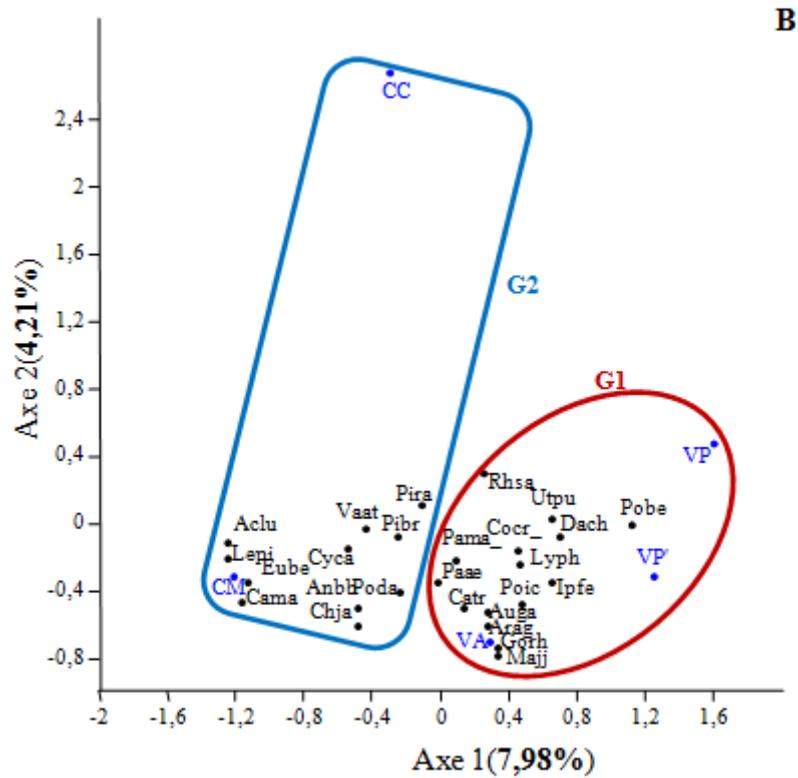
A : Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010.

Quant à la deuxième année allant (octobre 2010 à septembre 2011), La matrice culture-espèce a été soumise à une analyse des correspondances redressée (DCA), dans le plan factoriel Axe1 × Axe2 contribuent respectivement avec 7,98% et 4,21%. Cette DCA dévoile un nuage de points plus ou moins structuré en deux groupes seulement (Fig.40B).

Le premier groupe est le plus important, il comporte 57,70% de la totalité des espèces récoltées. Il correspond aux papillons inventoriés dans les trois vergers ; à savoir le verger de poirier, de pêcher et d'agrume (VP, VP', VA) : *Iphiclides feisthamelii*, *Papilio machaon*, *Colias croceus*, *Gonepteryx rhamni*, *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus icarus*, *Polyommatus bellargus*, *Aricia agestis*, *Danaus chrysippus*, *Maniola jurtina jurtina*, *Pararge aegeria*, *Carcharodus tripolinus*, *Utetheisa pulchella*, *Rhodometra sacraria*, et *Autographa gamma*.

Le second regroupe avec 11 espèces, soit 42,30% de l'ensemble des espèces recensées, ces papillons sont décelés dans les plantations de céréales et le maraichage (CC et CM) ; correspondant à : *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Euchloe belemia*, *Anthocharis belia belia*, *Cacyreus marshalli*, *Leptotes pirithous*, *Charaxes jasius*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, et *Acontia lucida*.

La classification hiérarchique ascendante (C.A.H.) à partir des distances euclidiennes basées sur la méthode « Ward » donne lieu de reconnaître les 2 groupes, selon la droite de troncature choisie (-3,4) (Fig.40B).



**Figure 40.**Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans les parcelles agricoles prospectées à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2010-2011.

**B :** Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

Pour comparer ces assemblages, nous avons regroupé les relevés effectués dans les différents groupes perçus du milieu agricole, de telle sorte à obtenir 3 et 2 entités correspondant aux deux années d'étude.

#### **4.1.11. Analyse en fonction des assemblages**

##### **4.1.11.1. Diagramme rang/fréquence des groupes**

Pour chaque année d'étude, des diagrammes rangs/fréquences sont réalisés sur la base des calculs des abondances transformées en logarithmes et le rang des espèces nous permet de visualiser l'homogénéité des communautés de Papillons dans les assemblages obtenus.

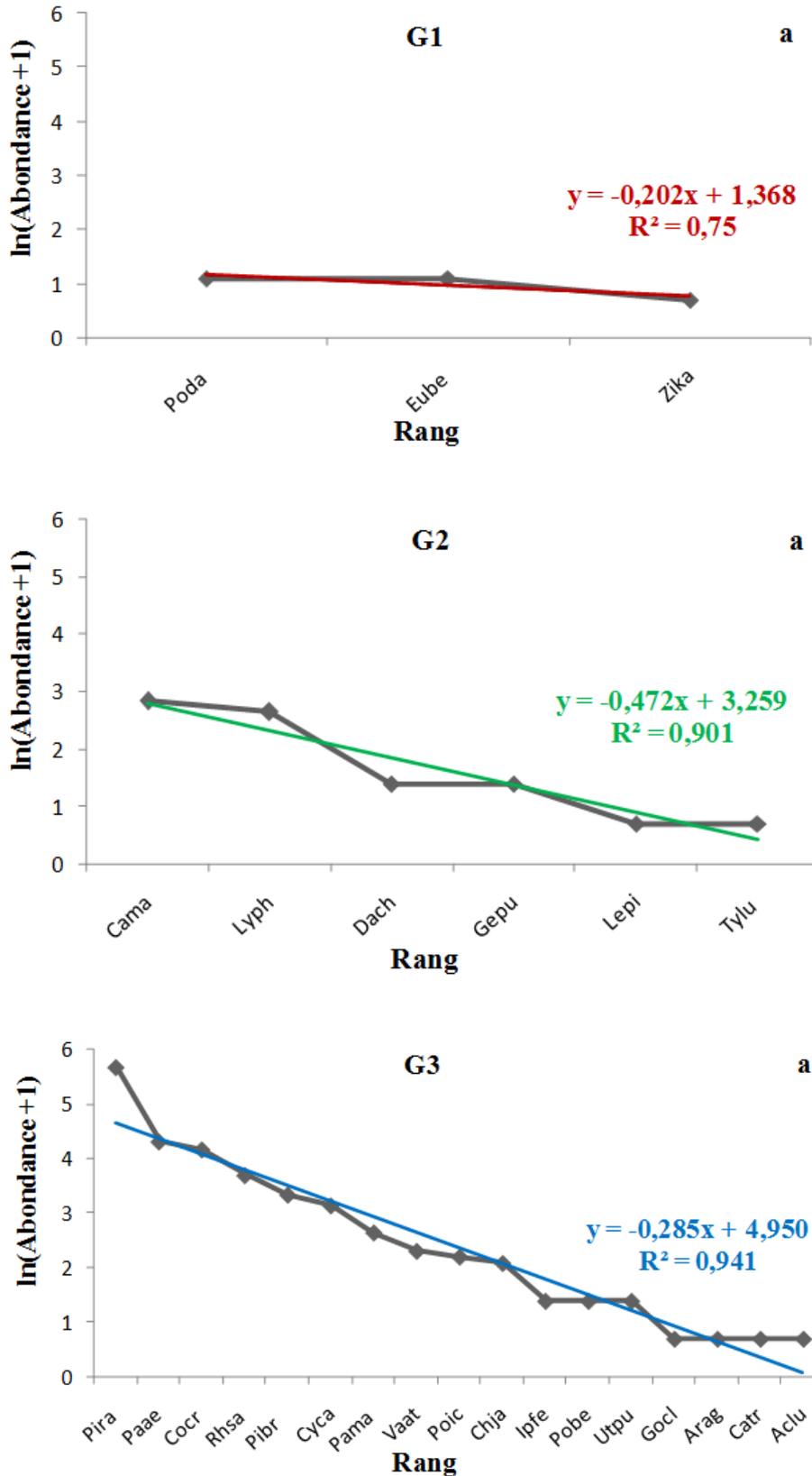
Nous avons eu recours aux valeurs logarithmiques des abondances associées afin d'illustrer les diagrammes rangs/fréquences des figures 41 et 42, pour mettre au point l'ordre d'arrivée des espèces de Papillons de chaque groupe des assemblages respectif. Et le code destiné aux espèces participantes à cette analyse, est mentionnée dans l'annexe 1.

Durant la première année et suivant l'analyse multivariée (DCA), trois groupes ont été décrits.

Le premier groupe (G1) correspondant aux céréales et au verger de poirier montre une richesse de trois espèces (Fig.41a), *Pontia daplidice* et *Euchloe belemia* se présentent sur la même ligne d'arrivée, alors que *Zizeeria karsandra* se classe en dernier avec une faible abondance.

L'ordre d'arrivée des 6 espèces du deuxième groupe (G2), représentant le maraichage, *Cacyreus marshalli* se classe en premier, suivi par *Lycaena phlaeas*. Bien après, arrivent *Danaus chrysippus* et *Gegenes pumilio* avec la même abondance, en dernier se classent *Leptotes pirithous* et *Tyta luctuosa* avec les plus faibles valeurs de fréquences (Fig.41a).

Par ailleurs, le troisième groupe (G3), englobe la majorité des papillons recensés, au nombre de 17 espèces et ayant des affinités avec les deux vergers : pêcher et agrume. La courbe d'arrivée tracée dans la figure 41a, nous montre que *Pieris rapae* dépasse de loin ses accompagnatrices, escortée après par une suite de papillons qui sont alignés avec une distance équitable, il est question de *Pararge aegeria*, *Colias croceus*, *Rhodometra sacraria*, *Pieris brassicae*, *Cynthia cardui*, *Papilio machaon*, *Vanessa atalanta*, *Polyommatus icarus*, et *Charaxes jasius*. Enfin, les espèces ayant de faibles fréquences présentent des plateaux superposés, il s'agit d'*Iphiclides feisthamelii*, *Polyommatus bellargus*, et *Utetheisa pulchella* contre *Gonepteryx cleopatra*, *Aricia agestis*, *Carcharodus tripolinus*, et *Acontia lucida*.



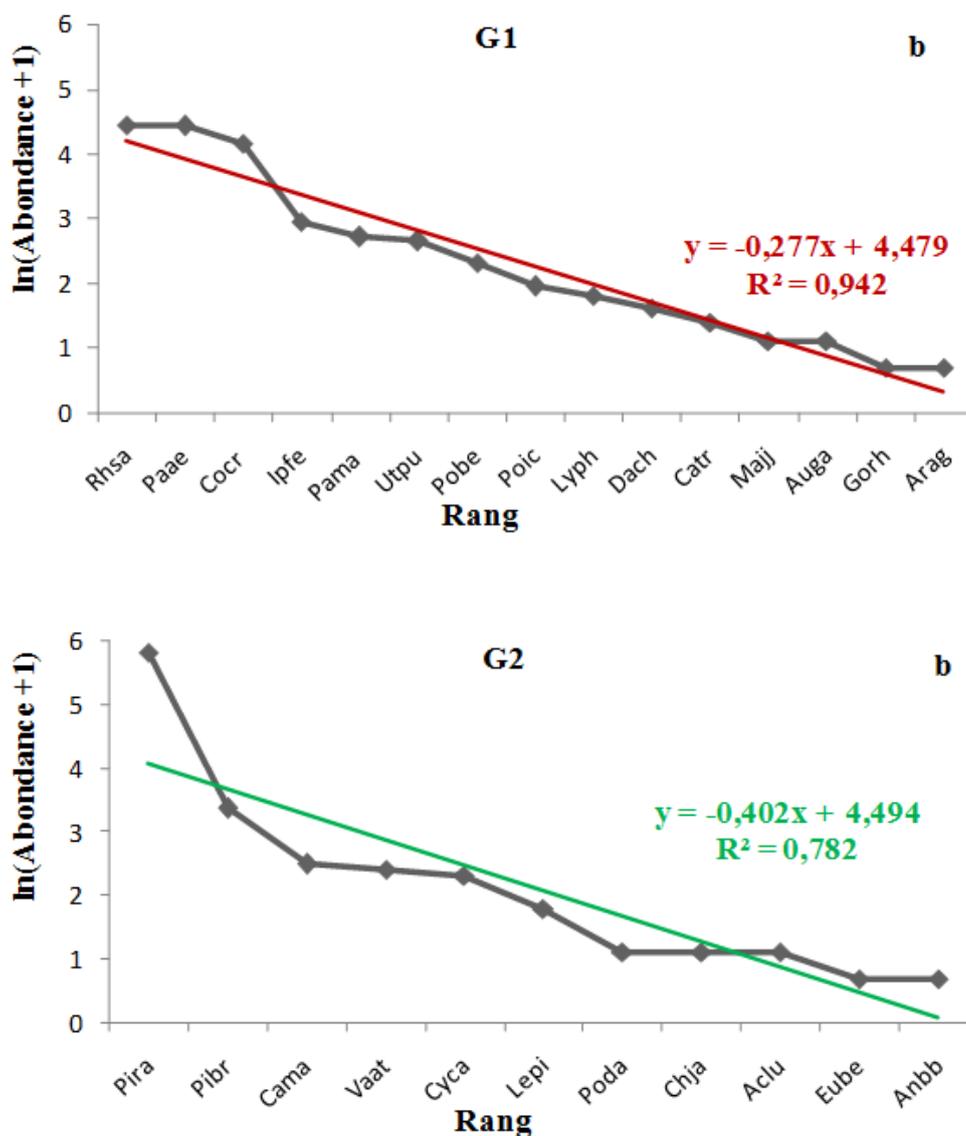
**Figure 41.** Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons par groupe dans le milieu agricole durant la période 2009-2010.

**a:** Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010 ; **G1** : Groupe 1 ; **G2** : Groupe 2 ; **G3** : Groupe 3

En ce qui concerne la 2<sup>ème</sup> année d'étude allant d'octobre 2010 à septembre 2011, cette analyse de rang-abondance porte sur les deux assemblages représentés par la DCA. Selon la figure 42.

Le premier groupe (G1) correspondant aux trois vergers ; à savoir le poirier, le pêcher et les agrumes, renferme 15 espèces du nombre global de papillons recensés pour cette année. *Rhometra sacraria* arrive presque au même temps avec *Pararge aegeria* avec une différence d'un seul individu, juste après, se classe *Colias croceus*. Suivie par une série de 8 papillons qui prennent l'allure d'une arrivée échelonnée et équidistante, par ordre décroissant ; il s'agit d'*Iphiclides feisthamelii*, *Papilio machaon*, *Utetheisa pulchella*, *Polyommatus bellargus*, *Polyommatus icarus*, *Lycaena phlaeas*, *Danaus chrysippus* et *Carcharodus tripolinus*. Après, *Maniola jurtina jurtina* et *Autographa gamma* se présentent sur une même ligne d'arrivée, cette dernière est superposée à celle tracée par *Gonepteryx rhamni* et *Aricia agestis* qui présentent les plus faibles valeurs de fréquences (Fig.42b).

Le deuxième groupe (G2) renferme 11 espèces, ces papillons ont été attribuées aux cultures céréalière et maraichère (CC et CM). Dans cet assemblage, *Pieris rapae* surpasse largement les autres espèces, *Pieris brassicae* prend la 2<sup>ème</sup> place, viennent après *Cacyreus marshalli*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*, et *Leptotes pirithous* avec des abondances plus au moins basses, suivi par *Pontia daplidice*, *Charaxes jasius* et *Acontia lucida*. Les deux papillons qui arrivent en bas de la liste avec les plus faibles abondances sont *Euchloe belemia* et *Anthocharis belia belia* (Fig.42b).

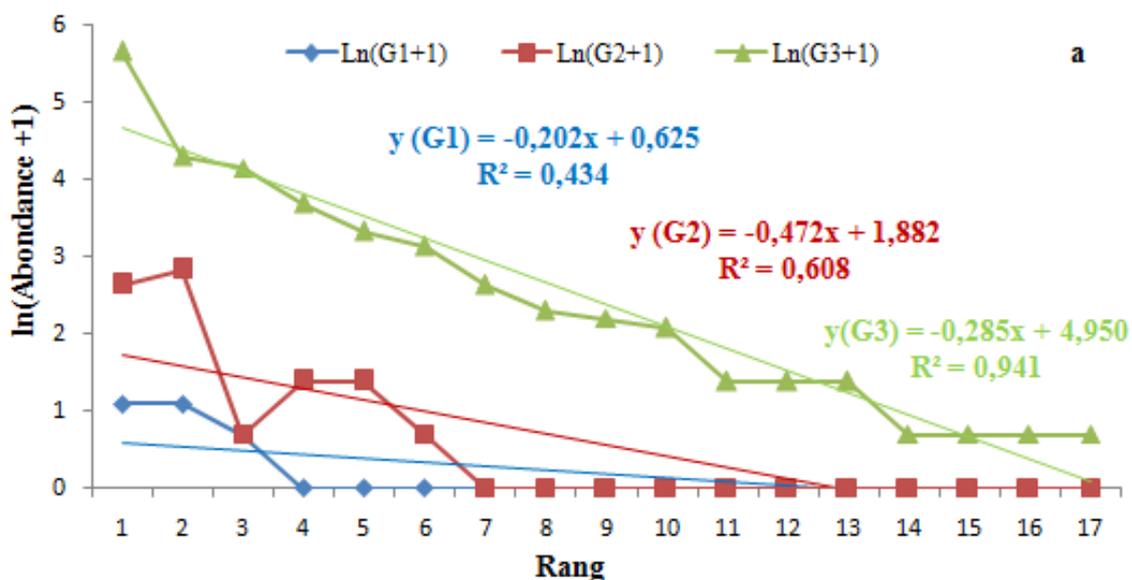


**Figure 42.** Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons par groupe dans le milieu agricole durant la période 2010-2011.

**b :** Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011; **G1 :** Groupe 1 ; **G2 :** Groupe 2

#### 4.1.11.2. Homogénéité de la communauté

Pour chaque assemblage de chaque année d'étude, l'ajustement de Rang/fréquence (abondance transformée en Logarithme) au modèle de Motomura a été évalué par les comparaisons des pentes (Fig.43a et 44b).



**Figure 43.** Diagramme Rang/fréquence et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu agricole durant la période 2009-2010.

a: Echantillonnage octobre 2009-septembre 2010.

Les structures des 3 assemblages définis pour la première année de travail, sont bien conformes au modèle de Motomura car les probabilités calculées avec le test de Barlett sont significatives entre les deux assemblages G1/G3 et G2/G3 (Tab.20).

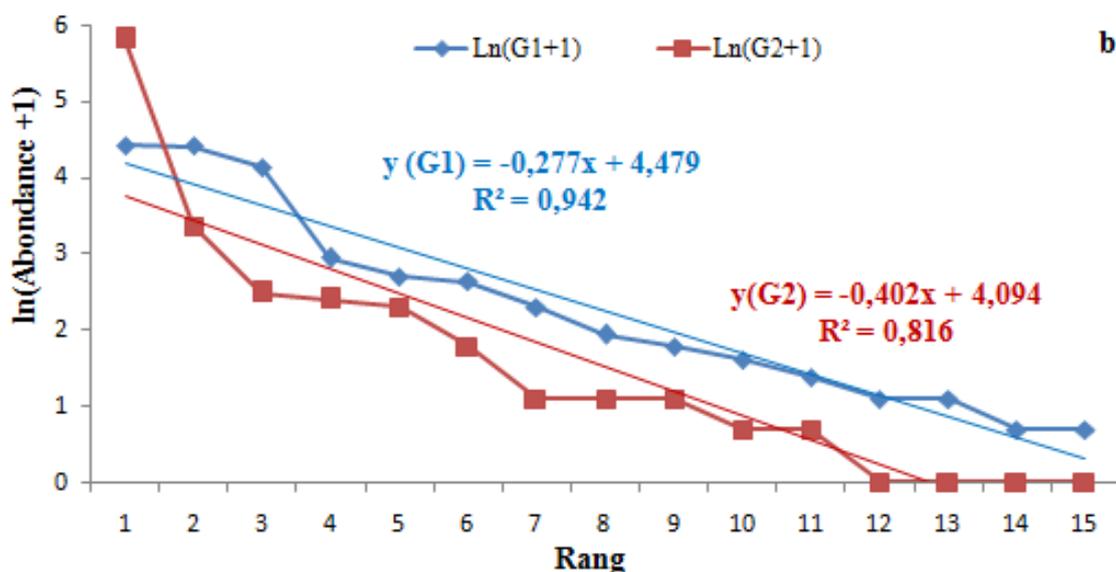
**Tableau 20.** Ajustement au modèle de Motomura (Période octobre 2009-septembre 2010)

	<b>G1</b> <b>Assemblage CC-VP</b>	<b>G2</b> <b>Assemblage CM</b>	<b>G3</b> <b>Assemblage VP'-VA</b>
<b>Pente</b>	-0,202	-0,472	-0,285
<b>Ajustement modèle Motomura</b>	0,333	$3,80 \times 10^{-3}$	$1,21 \times 10^{-10}$
<b>G1 : Assemblage CC-VP</b>			
<b>G2 : Assemblage CM</b>	$0,405^{NS}$		
<b>G3 : Assemblage VP'-VA</b>	$1,13 \times 10^{-6***}$	$9,08 \times 10^{-6***}$	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*), ou très hautement significatives à 1% (\*\*\*); (NS) : Différence non significative.

Au niveau de ces assemblages, on observe une homogénéité de la structure de la communauté des Papillons au moment de l'étude. Donc, les diagrammes indiquent la bonne information sur l'uniformité de la structuration des espèces de Papillons dans les parcelles du milieu agricole.

Quant à la deuxième année allant d'octobre 2010 à septembre 2011, L'agencement des 2 assemblages décrits sont appropriés au modèle de Motomura car les probabilités sont significatives dans les 2 assemblages (Fig.44b et Tab. 21).



**Figure 44.** Diagramme Rang/fréquence et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu agricole durant la période 2010-2011.

b : Echantillonnage octobre 2010-septembre 2011.

**Tableau 21.** Ajustement au modèle de Motomura (Période octobre 2010-septembre 2011)

	G1 Assemblage VP-VP'-VA	G2 Assemblage CM-CC
<b>Pente</b>	-0,277	-0,402
<b>Ajustement</b>	$1,86 \times 10^{-9}$	$2,96 \times 10^{-3}$
<b>G1 : Assemblage VP-VP'-VA</b>		
<b>G2 : Assemblage CM-CC</b>	$2,50 \times 10^{-5***}$	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*), ou très hautement significatives à 1% (\*\*\*); (NS) : Différence non significative.

A l'échelle de ces assemblages, nous remarquons aussi une bonne organisation de la structuration de la communauté des Papillons pour cette année. A cet effet, les diagrammes révèlent la bonne information sur l'homogénéité de la structure des espèces de Papillons dans les cultures agricoles étudiées.

## 4.2. Etude de la lépidofaune dans le milieu naturel

### 4.2.1. Inventaire de la faune lépidoptérique dans les stations du milieu naturel

L'inventaire des papillons de jours, réalisé dans trois stations du Parc zoologique d'Alger; pelouse, matorral arboré dégradé et matorral haut, durant deux années successives d'échantillonnage, entre février 2009 et janvier 2011, montre l'existence de 1711 individus appartenant à 40 espèces, 9 familles, et 33 genres. Cette communauté est représentée dans deux sous ordre : les Rhopalocères et les Hétérocères diurnes (Tab.22).

**Tableau 22.**Composition de la lépidofaune du Parc zoologique d'Alger.

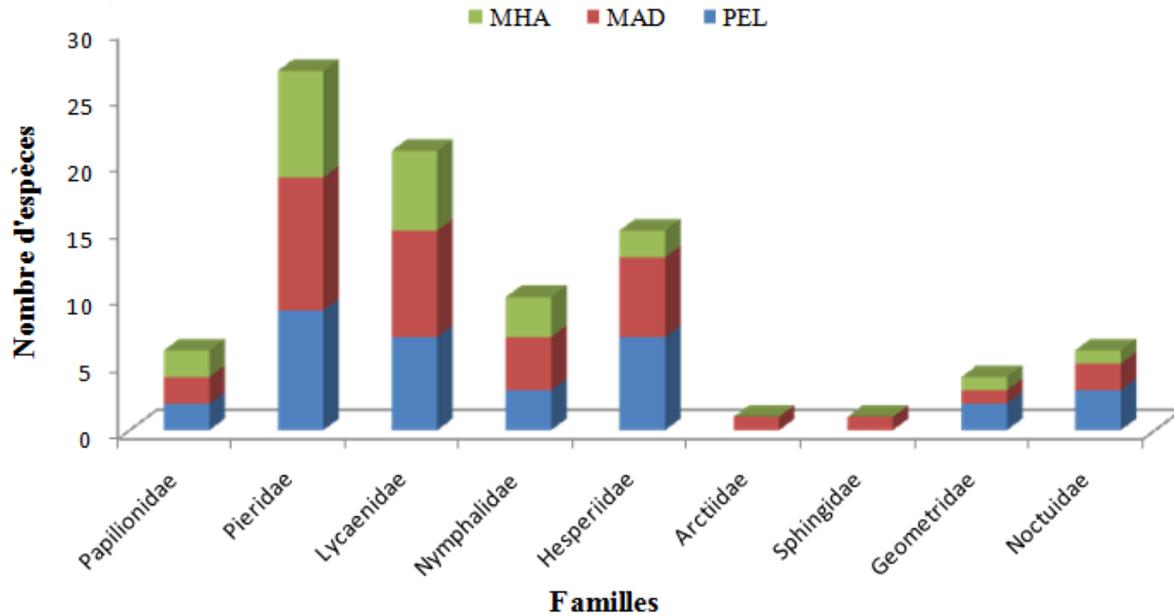
S/Ordre	Famille	Espèce	PEL	MAD	MHA
Rhopalocera	PAPILIONIDAE	<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832)	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	PIERIDAE	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-
		<i>Euchloe belemia</i> (Esper, 1800)	-	+	+
		<i>Anthocharis belia belia</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+
		<i>Anthocharis belia euphenoides</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+
		<i>Colotis evagore</i> (Klug, 1829)	+	+	-
		<i>Colias croceus</i> (Geoffroy, in Fourcroy, 1785)	+	+	+
		<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
	LYCAENIDAE	<i>Tomares ballus cyrenaica</i> (Fabricius, 1787)	+	+	+
		<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+
		<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	+
		<i>Cacyreus marshalli</i> (Butler, 1898)	-	+	-
		<i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	-
		<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
		<i>Zizeeria karsandra</i> (Moor, 1865)	+	-	-
		<i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	+	+	+
		<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	+	+	+
		<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
	NYMPHALIDAE	<i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
		<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
	HESPERIIDAE	<i>Spialia sertorius</i> (Hoffmannsegg, 1804)	+	-	-
		<i>Carcharodus tripolinus</i> (Verity, 1925)	+	+	+

		<i>Carcharodus stauderi</i> (Reverdin, 1913)	+	+	-
		<i>Thymelicus acteon</i> (Rottemburg, 1775)	+	+	-
		<i>Thymelicus hamza</i> (Oberthür, 1876)	+	+	+
		<i>Gegenes nostrodamus</i> (Fabricius, 1794)	+	+	-
		<i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg, 1804)	+	+	-
		<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>21</b>
Heterocera	ARCTIIDAE	<i>Utetheisa pulchella</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
		<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
	SPHINGIDAE	<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
		<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
	GEOMETRIDAE	<i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+
		<i>Aspitates ochrearia</i> (Rossi, 1794)	+	-	-
		<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	NOCTUIDAE	<i>Tyta luctuosa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	+	-	-
		<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-
		<i>Heliothis peltigera</i> (Denis et Schiffermüller, 1775)	+	+	+
		<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Totaux</b>	<b>9</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>23</b>

La nomenclature utilisée est proposée par TENNENT (1996), TOLMAN et LEWINGTON (1999) et ROBINEAU (2007). **PEL**: pelouse, **MAD**: matorral arboré dégradé, **MHA**: matorral haut, (+) : espèce présente, (-) : espèce absente.

40 espèces de Papillons de jour ont été observées dans les trois stations du milieu naturel du Parc zoologique d'Alger sur une période de deux années. Les Rhopalocères sont les plus diversifiés avec 33 espèces, ils sont représentés par 5 familles. Les familles des *Pieridae* et des *Lycaenidae* se sont montrées les plus riches avec 10 espèces chacune, suivie par les *Hesperiidae* avec 7 espèces. Les *Nymphalidae* sont présents avec 4 espèces seulement, par contre les *Papilionidae* sont faiblement représentés avec 2 espèces (Tab.22 et Fig.45).

Les Hétérocères diurnes sont représentés par 7 espèces, appartenant à 4 familles; les *Noctuidae* sont représentées par 3 espèces, puis viennent les *Geometridae* avec deux espèces. Alors que les *Arctiidae* et les *Sphingidae* sont représentées avec uniquement une seule espèce pour chacune (Tab.22 et Fig.45).



**Figure 45.** Nombre d'espèces par famille dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger.

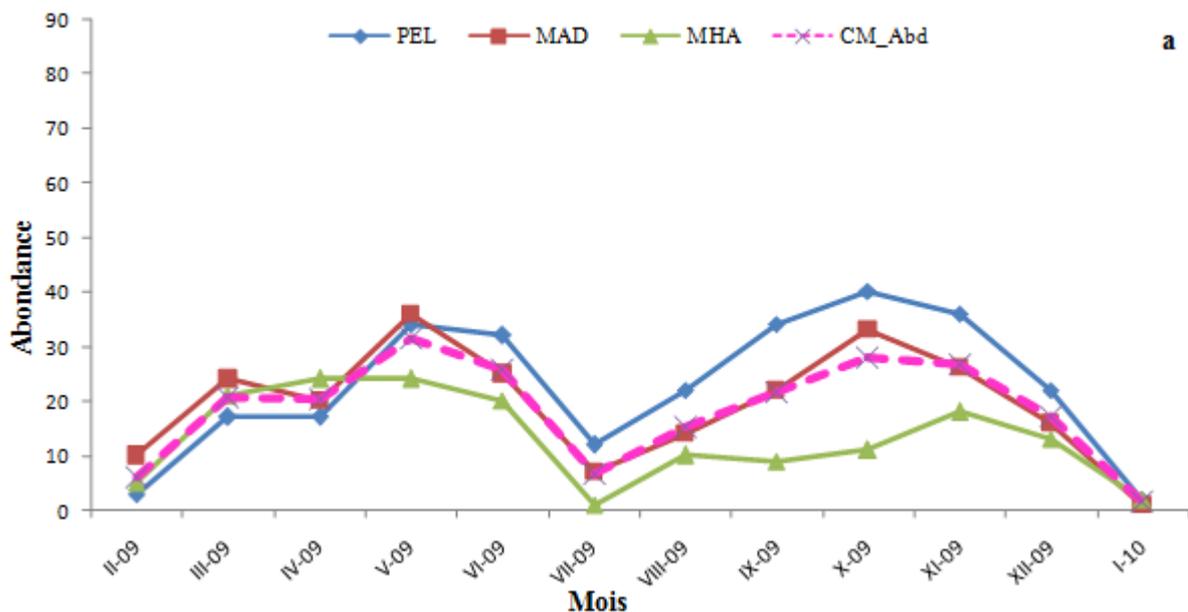
**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut

Sur les 40 Papillons inventoriés au cours de deux années de récolte, 19 espèces de Rhopalocères et 2 espèces d'Hétérocères ont été observées dans toutes les stations étudiées du Parc zoologique d'Alger. On cite : *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Anthocharis belia belia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Colias croceus*, *Gonepteryx rhamni*, *Gonepteryx cleopatra*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lycaena phlaeas*, *Aricia agestis*, *Polyommatus bellargus*, *Polyommatus icarus*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*, *Pararge aegeria*, *Carcharodus tripolinus*, *Thymelicus hamza*, *Rhodometra sacraria* et *Heliothis peltigera*. Par contre ; 4 espèces ont été signalées uniquement dans l'une des stations, il s'agit de ; *Zizeeria karsandra*, *Spialia sertorius*, *Aspitates ochrearia* et *Tyta luctuosa* pour la pelouse. *Cacyreus marshalli*, *Celastrina argiolus*, *Danaus chrysippus*, *Utetheisa pulchella*, et *Macroglossum stellatarum* pour le matorral arboré dégradé et enfin, *Lampides boeticus* pour le matorral haut (Tab.22).

## 4.2.2. Evolution spatio-temporelle des Papillons de jour dans le milieu naturel

### 4.2.2.1. Evolution temporelle

Les espèces de Papillons de jour récoltées entre février 2009 et janvier 2010, sont dénombrer mensuellement. Nous constatons que les courbes d'abondances au fil des mois d'observation dans les trois stations fluctuent dans le même sens, avec de légères différences. Cette variation mensuelle est exprimée par une courbe moyenne d'abondance, qui révèle trois pics durant la période d'étude au cours de laquelle la communauté des Papillons est la plus abondante. Le 1<sup>er</sup> pic est signalé au mois de mars 2009, suivi par une légère baisse. Le deuxième pic apparaît au mois de mai 2009, correspondant à la saison printanière. En période estivale (juin, juillet et août), on note une baisse des effectifs des papillons. Cette dernière peut être expliquée par la modification des conditions climatiques. Dès le début de la saison automnale, un troisième pic s'affiche, puis cette courbe régresse au fur et à mesure avec la baisse des températures, notamment en hiver (Fig.46).



**Figure 46.** Evolution temporelle des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période février 2009-janvier 2010.

PEL: pelouse, MAD: matorral arboré dégradé, MHA: matorral haut, a : Echantillonnage février 2009- janvier 2010.

Pendant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, les abondances des espèces de Papillons de jour évoluent différemment dans les trois stations choisies au Parc zoologique. En effet, au début de cette période, les courbes d'abondance des trois stations affichent des chiffres bas identiques, puis les effectifs augmentent dans un même élan. En général, nous remarquons que les courbes temporelles des effectifs de la pelouse et du matorral arboré sont assez proches, alors que le matorral haut présente des abondances plus faibles, ce qui explique le détachement de sa courbe. La variation de l'abondance entre les stations ont été analysés grâce test de Wilcoxon (Tab.23).

En général, la variation de l'abondance relative par station a été significative ( $P < 5\%$ ). Les comparaisons par paire effectuées à l'aide du test de Wilcoxon indiquent des différences significatives ( $p = 0,015$  ;  $P < 0,05$ ) entre la pelouse et le matorral haut, un grand écart entre les deux moyennes, et cette différence est confirmé par le test de Monte Carlo. Une probabilité significative ( $p = 0,010$  ;  $P < 0,05$ ) entre le matorral arboré dégradé et le matorral haut, entre les valeurs de la moyenne mentionnées dans le tableau 23 de ces deux stations et présentent une large différence entre elles. P-value du test de Monte Carlo signale aussi une différence hautement significative. A l'opposé, la paire pelouse et matorral arboré dégradé présentent des valeurs de la moyenne très rapprochées, ces deux stations ne diffèrent pas significativement ( $P > 5\%$ ), selon le test de Monte Carlo (Tab.23).

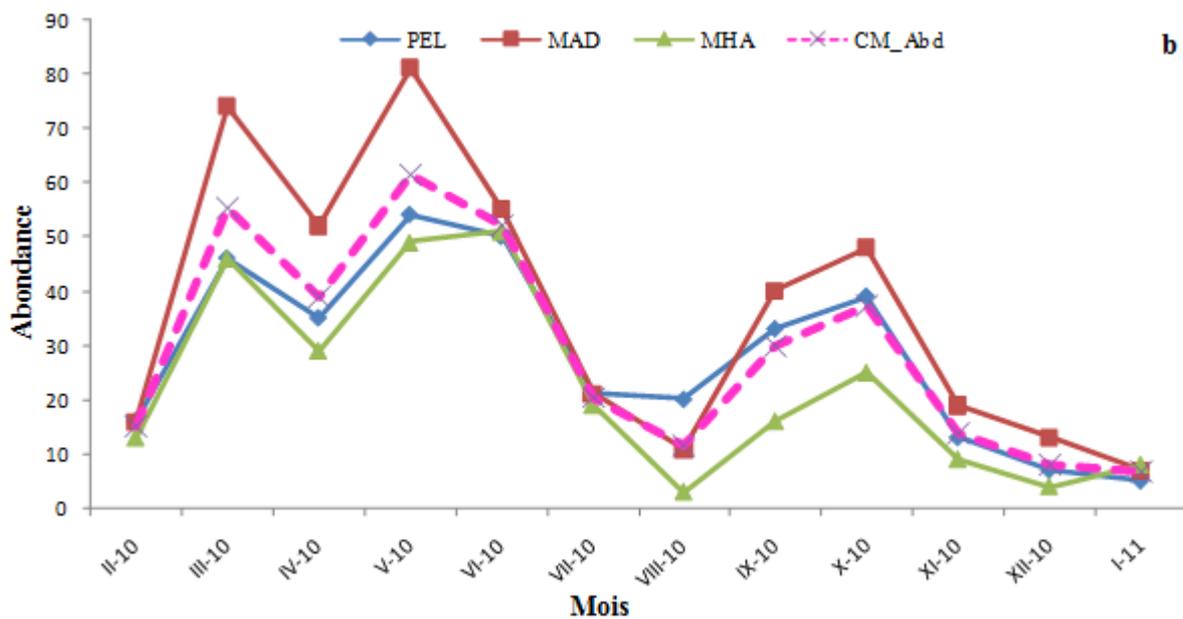
**Tableau 23.** Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des Papillons recensées dans le Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2009-janvier 2010.

	PEL	MAD	PEL	MHA	MAD	MAD
<b>Nbre</b>	36		36		36	
<b>Moy.</b>	7,528	6,5	7,528	4,389	6,5	4,389
<b>T.W.</b>	0,178 <sup>NS</sup>		0,015*		0,010*	
<b>T.M.C.</b>	0,180 <sup>NS</sup>		0,014*		0,009**	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1 % (\*\*) ou très hautement significatives à 1 % (\*\*\*) ; (<sup>NS</sup>) : Différence non significative

**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut, **Nbre :** Nombre ; **Moy.:** Moyenne ; **T.W.:** Test de Wilcoxon ; **T.M.C. :** Test de Monte Carlo.

En ce qui concerne, l'évolution temporelle des Papillons lors de la deuxième année d'étude (février 2010-janvier 2011) (Fig.47). Nous remarquons que la courbe moyenne d'abondance au fil des mois évolue avec la même allure que les courbes des trois stations. La aussi, comme pour l'année précédente, la courbe moyenne indique trois sommets, le 1<sup>er</sup> est observé au mois de mars 2010. La courbe décroît en avril et augmente à nouveau pour atteindre le maximum d'effectif en mai 2010. A la saison estivale, cette communauté connaît une régression du nombre d'individus notamment en août. Puis cette courbe reprend son ascension, mais de manière moindre, pour atteindre enfin le 3<sup>ème</sup> pic en septembre. Durant, les trois derniers mois (novembre-décembre 2010-janvier 2011) on note une décroissance importante des effectifs de Papillons dans toutes les stations.



**Figure 47.** Evolution temporelle des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période février 2010-janvier 2011.

PEL: pelouse, MAD: matorral arboré dégradé, MHA: matorral haut, b : Echantillonnage février 2010 - janvier 2011.

La comparaison des échantillons appariés en utilisant le test de Wilcoxon a été attribué pour les abondances des espèces de Rhopalocères et Hétérocères recensés

durant la deuxième année d'étude (octobre 2009 à septembre 2011). Les valeurs du test sont enregistrées dans le tableau 24.

A l'examen des résultats du tableau 24, nous remarquons que le nombre de taxons pour cette année est inférieure à celui de l'année précédente. Pour la paire pelouse et matorral haut, une différence significative est notée pour le test de Wilcoxon et le test de Monte Carlo ( $p=0,037$ ,  $P<0,05$ ), la valeur de la moyenne est moyennement écartée. Or que entre la paire matorral arboré dégradé/matorral haut, P-value est très hautement significative avec respectivement ( $p=6,78 \times 10^{-6***}$ ,  $P<1\%$  par test de Wilcoxon) et ( $p=1 \times 10^{-5***}$ ,  $P<1\%$  par test de Monte Carlo). Par contre, pelouse/matorral arboré dégradé affiche une probabilité supérieure à 5%, ce qui explique qu'elle ne diffèrent pas significativement, par ailleurs les valeurs des moyennes notées sont comparables respectivement à 10,59 et 13,65.

**Tableau 24.** Test de comparaison par paire appliquée aux abondances des papillons dans le Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2010-janvier 2011.

	PEL	MAD	PEL	MHA	MAD	MHA
<b>Nbre</b>	32		32		32	
<b>Moy.</b>	10,594	13,656	10,594	8,5	13,656	8,5
<b>T. W.</b>	0,266 <sup>NS</sup>		0,037*		6,78×10 <sup>-6***</sup>	
<b>T.M.C.</b>	0,270 <sup>NS</sup>		0,037*		1×10 <sup>-5***</sup>	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*\*) ou très hautement significatives à 1% (\*\*\*\*); (<sup>NS</sup>): Différence non significative  
**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut, **Nbre** : Nombre ; **Moy.:** Moyenne ; **T.W.:** Test de Wilcoxon ; **T.M.C. :** Test de Monte Carlo.

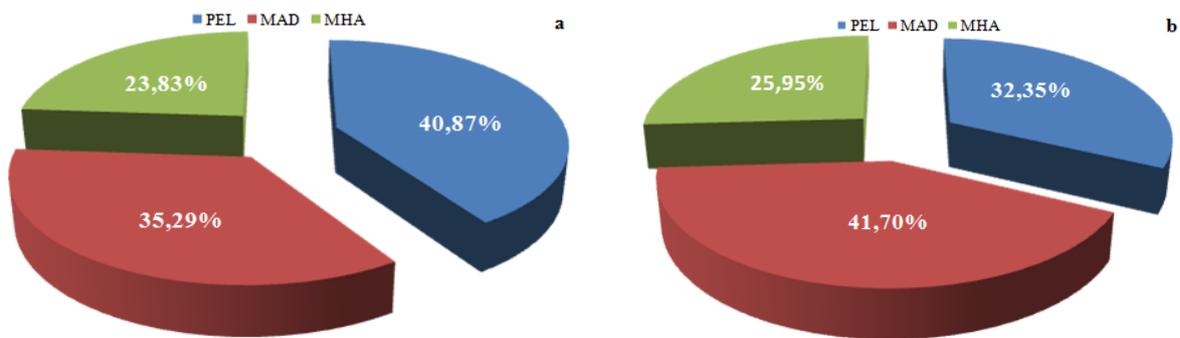
#### 4.2.2.2. Evolution spatiale

##### 4.2.2.2.1. Variation spatiale de l'abondance

Le nombre d'individus recensés dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger, diffère d'une station à une autre, et d'une année à une autre. La valeur maximale de l'abondance pendant la première année de recensement est notée dans la pelouse correspondant à 271 individus (40,87%) de la communauté lépidoptérique

globale, suivie du matorral arboré dégradé avec 234 individus (35,29%). Alors que le matorral haut note une abondance faible avec 158 individus (23,83%) (Fig.48a).

Lors de la deuxième année, nous remarquons que le matorral arboré dégradé enregistre la valeur la plus élevée avec 437 individus (41,70%), puis vient la pelouse avec un pourcentage de 32,35 %, soit 339 individus. Le matorral haut présente encore une fois cette année une valeur assez faible, avec 272 individus, soit 25,95% (Fig.48b).

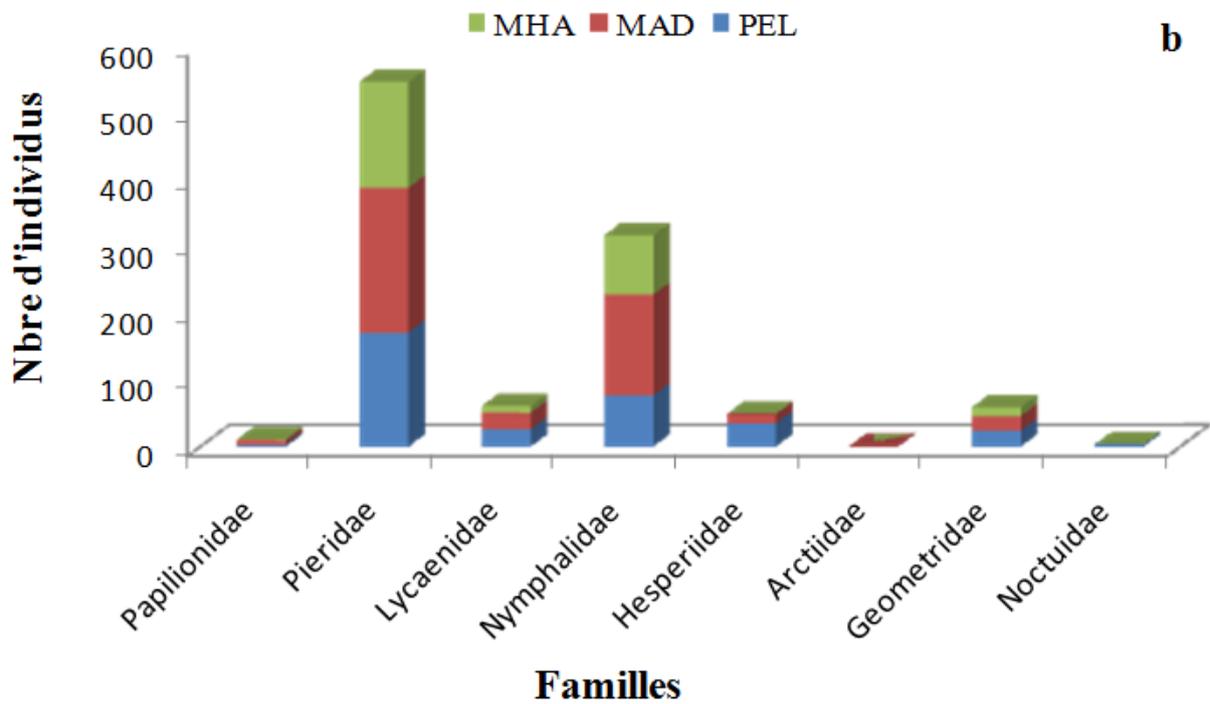
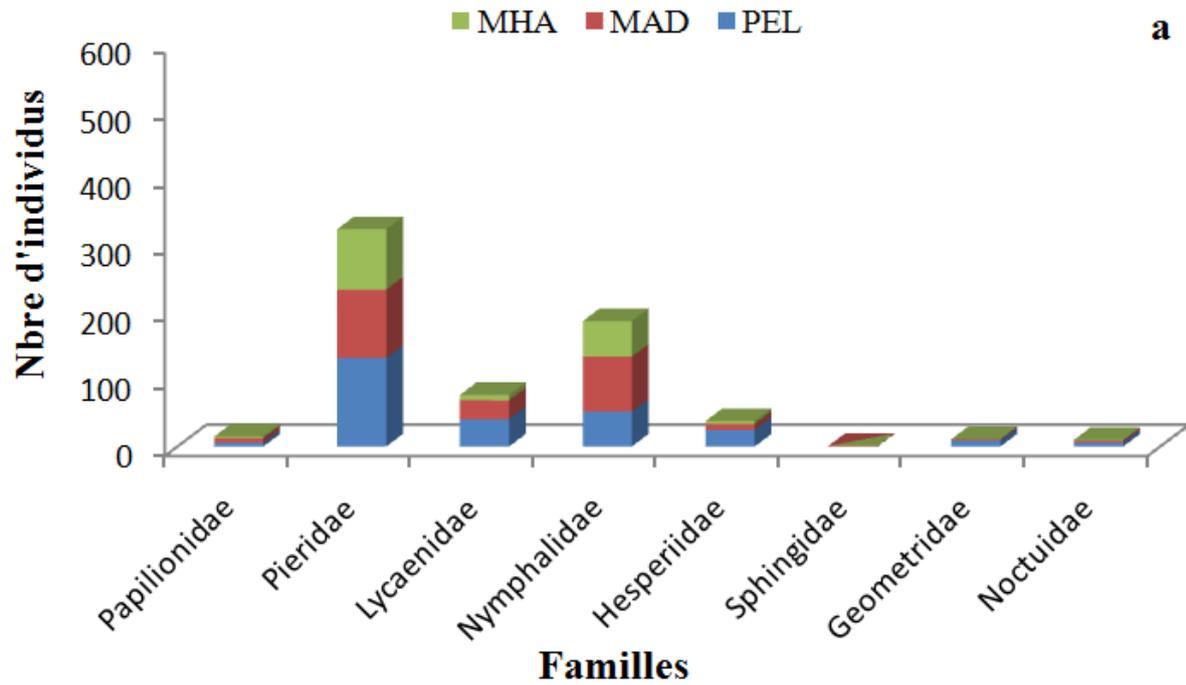


**Figure 48.** Pourcentage des abondances des Papillons de jour dans le milieu naturel.

**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut, **a :** Echantillonnage février 2009 - janvier 2010, **b :** Echantillonnage février 2010 - janvier 2011.

Pendant la période d'échantillonnage allant de février 2009 à janvier 2010, la famille des *Pieridae* est la mieux représentée en termes d'espèce et d'abondance avec respectivement 10 espèces et 324 individus (48,87%). Elle est suivie par les *Nymphalidae* (04 espèces et 237 individus, soit 28,21%) et les *Lycaenidae* (09 espèces, 77 individus, soit 11,61% de l'effectif global). Les *Hesperiidae* quant à eux sont diversifiés (06 espèces) mais avec un faible effectif 38 individu (5,73%). Les autres familles sont nettement moins diversifiées et numériquement moins représentées. Ce sont les *Papilionidae*, les *Geometridae*, les *Noctuidae* (02 espèces chacune) et les *Sphingidae* (01 espèces) avec respectivement 15 individus (2,26%), 11 individus (1,66%), 10 individus (1,51%) et un individu (0,15%) de l'effectif total des Papillons collectées (Fig.49a).

En ce qui concerne, la 2<sup>ème</sup> année d'étude allant de février 2010 à janvier 2011, la famille numériquement la mieux représentée est celle des *Pieridae* avec 7 espèces et 547 individus, soit une abondance relative de 52,19% des échantillons. Elle est suivie par les *Nymphalidae* (03 espèces et 317 individus, 30,25%), les *Lycaenidae* et les *Geometridae* avec des fréquences proches respectives à (09 espèces, 61 individus, soit 5,82% ; 01 espèces et 59 individus, soit 5,63% de l'effectif global). Les *Hesperiidae* sont la aussi diversifiés (07 espèces) mais avec un faible effectif de 49 individu (4,68%). Les autres familles sont moins diversifiées et numériquement moins représentées. Ce sont les *Papilionidae*, les *Noctuidae* (02 espèces chacune) et les *Arctiidae* (01 espèces) avec respectivement 11 individus (1,058%), 3 individus (0,29%) et 1 individu (0,10%) de l'effectif total des Papillons collectées (Fig.49b).



**Figure 49.** Représentation de l'abondance des familles des Papillons de jour dans le milieu naturel.

**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut, **a :** Echantillonnage février 2009-janvier 2010, **b :** Echantillonnage février 2010 - janvier 2011.

A l'échelle des stations, il est à souligner que la famille des *Pieridae* est numériquement la mieux représentée par rapport aux autres familles quelle que soit la station. En effet, les *Pieridae* ont été fréquentes dans toutes les stations du Parc zoologique, avec des abondances relatives de 48,71% dans la pelouse et dans le matorral arboré dégradé et matorral haut avec respectivement 43,59% et 56,96%. Les *Nymphalidae* viennent au 2<sup>ème</sup> rang avec des fréquences assez importantes ; à savoir dans la pelouse avec 19,19% ; 35,04% dans le matorral arboré dégradé et enfin, avec 33,54% dans le matorral haut. Les *Lycaenidae* sont aussi bien représentés dans la pelouse, dans le matorral arboré dégradé et dans le matorral haut par des pourcentages respectifs de 15,13%, de 11,97% et de 5,06%. Par ailleurs, dans la pelouse, les *Hesperiidae* montrent une présence non négligeable avec 25 individus (9,23%) (Tab.25).

Durant la période allant de février 2010 à janvier 2011, il s'avère qu'en matière de nombre d'individus, les *Pieridae* sont les mieux représentées par rapport aux autres familles quelle que soit la station. Cependant, cette famille est dominante avec des abondances relatives de 50,44% dans la pelouse et dans le matorral arboré dégradé et le matorral haut avec respectivement 49,66% et 58,46%. Les *Nymphalidae* viennent en 2<sup>ème</sup> position dans la pelouse, le matorral arboré dégradé et le matorral haut avec respectivement 22,71%, 34,55 et 32,72%. Les *Hesperiidae* sont assez bien représentés dans la pelouse avec 10,32%, soit 35 individus. Les *Lycaenidae* sont aussi, assez bien représentés dans le matorral arboré dégradé avec 5,72%, soit 25 individus, alors que ce sont les *Geometridae* qui sont plus au moins bien présents dans le matorral haut avec une valeur de fréquence de 4,78%, soit 13 individus (Tab.25).

**Tableau 25.** Effectif total et pourcentage des différentes familles des Papillons récoltées dans le milieu naturel pendant deux années d'étude.

	Février 2009 - janvier 2010						Février 2010 - janvier 2011					
	PEL		MAD		MHA		PEL		MAD		MHA	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Papilionidae</i>	6	2,21	7	2,99	2	1,27	3	0,88	7	1,60	1	0,37
<i>Pieridae</i>	132	48,71	102	43,59	90	56,96	171	50,44	217	49,66	159	58,46
<i>Lycaenidae</i>	41	15,13	28	11,97	8	5,06	26	7,67	25	5,72	10	3,68
<i>Nymphalidae</i>	52	19,19	82	35,04	53	33,54	77	22,71	151	34,55	89	32,72
<i>Hesperiidae</i>	25	9,23	9	3,85	4	2,53	35	10,32	14	3,20	0	0,00
<i>Arctiidae</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,23	0	0,00
<i>Sphingidae</i>	0	0,00	1	0,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Geometridae</i>	9	3,32	2	0,85	0	0,00	24	7,08	22	5,03	13	4,78
<i>Noctuidae</i>	6	2,21	3	1,28	1	0,63	3	0,88	0	0,00	0	0,00

PEL: pelouse, MAD: matorral arboré dégradé, MHA: matorral haut, N : Effectif des espèces, % : Pourcentage.

Lors de l'année, allant de février 2009 à janvier 2010, *Colias croceus* (18,82%), suivie de *Cynthia cardui* (12,55%), *Pieris rapae* (11,07%), *Pieris brassicae* et *Polyommatus icarus* avec (9,59%) chacune, représentent les espèces les plus fréquentes dans la pelouse. Par contre, dans le matorral arboré dégradé, nous retrouvons *Pieris brassicae* et *Pararge aegeria*, qui sont les plus abondantes avec la même valeur de fréquence centésimale (14,96%), suivies par *Cynthia cardui* et *Pieris rapae* avec des valeurs proches respectives de 11,97% et de 11,54%. Dans le matorral haut, deux espèces *Pieris rapae*, et *Pieris brassicae* sont les plus fréquentes avec des abondances relatives proches respectives de 20,89% et de 19,62%, elles sont suivies par *Pararge aegeria* et *Cynthia cardui* avec des fréquences respectives de 15,82% et de 13,29% (Tab.26).

**Pendant la** deuxième année, *Pieris rapae* (17,99%), *Pararge aegeria* (17,40%), *Colias croceus* (12,98%) et *Pieris brassicae* (9,14%), sont les espèces les plus fréquentes par ordre décroissant de leurs fréquences centésimales dans la station pelouse. Par contre, *Pararge aegeria* (27,23%), *Pieris rapae* (17,62%), *Pieris brassicae* (8,24%) et *Gonepteryx rhamni* (7,32%) sont les quatre espèces, les plus signalées dans le matorral arboré dégradé. Le matorral haut signale presque les mêmes espèces que la station précédente, il est question de *Pararge aegeria* (30,15%), *Pieris rapae* (25,00%), *Pieris brassicae* (9,93%) et *Colias croceus* (7,35%) (Tab.26).

**Tableau 26.** Importance des abondances relative exprimées en pourcentage des espèces de Papillons de jour dans le milieu naturel.

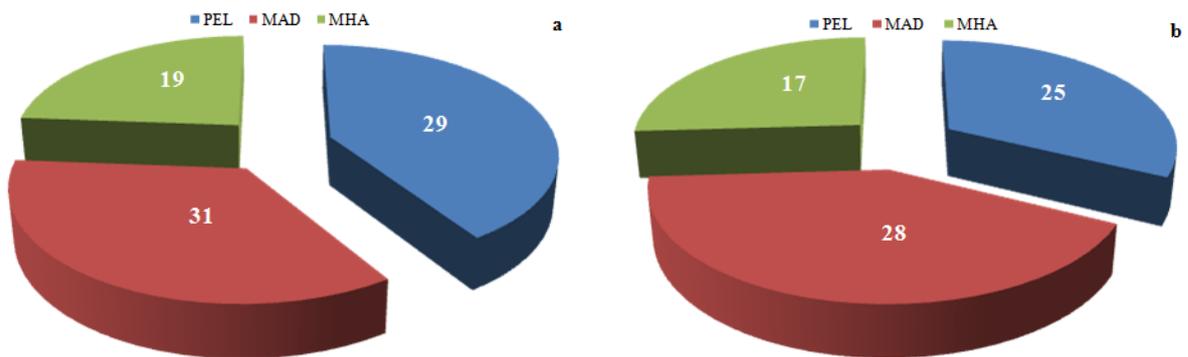
Espèces	Février 2009- janvier 2010			Février 2010- janvier 2011		
	PEL	MAD	MHA	PEL	MAD	MHA
<i>Papilio machaon</i>	0,74	1,71	0	0,88	0,92	0,37
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	1,48	1,28	1,27	0,00	0,69	0,00
<i>Pieris brassicae</i>	9,59	14,96	19,62	9,14	8,24	9,93
<i>Pieris rapae</i>	11,07	11,54	20,89	17,99	17,62	25,00
<i>Pontia daplidice</i>	2,58	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Euchloe belemia</i>	0,00	0,43	3,80	0,00	0,00	0,00
<i>Anthocharis belia belia</i>	0,74	2,56	3,80	3,83	3,43	4,04
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	0,74	0,43	1,27	2,95	3,89	0,37
<i>Colotis evagore</i>	1,11	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Colias croceus</i>	18,82	8,12	3,16	12,98	5,49	7,35
<i>Gonepteryx rhamni</i>	1,48	3,85	2,53	2,95	7,32	6,62
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	2,58	0,43	1,90	0,59	3,66	5,15
<i>Tomares ballus cyrenaica</i>	1,11	2,14	1,27	0,00	0,46	0,00
<i>Lycaena phlaeas</i>	0,74	0,00	0,00	0,00	0,23	0,37
<i>Lampides boeticus</i>	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,37
<i>Cacyreus marshalli</i>	0,00	0,85	0,00	0,00	0,46	0,00
<i>Leptotes pirithous</i>	0,00	0,85	0,00	0,59	0,23	0,00
<i>Celastrina argiolus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00
<i>Zizeeria karsandra</i>	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aricia agestis</i>	2,58	0,85	1,27	2,36	1,14	1,84
<i>Polyommatus bellargus</i>	0,74	0,85	0,00	1,18	1,83	0,74
<i>Polyommatus icarus</i>	9,59	6,41	1,90	3,54	1,14	0,37
<i>Danaus chrysippus</i>	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Vanessa atalanta</i>	1,11	6,41	4,43	1,18	2,52	1,10
<i>Cynthia cardui</i>	12,55	11,97	13,29	4,13	4,81	1,47
<i>Pararge aegeria</i>	5,54	14,96	15,82	17,40	27,23	30,15
<i>Spialia sertorius</i>	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00
<i>Carcharodus tripolinus</i>	5,90	1,28	1,90	5,60	0,69	0,00
<i>Carcharodus stauderi</i>	1,48	0,00	0,00	0,59	0,23	0,00
<i>Thymelicus acteon</i>	0,74	0,43	0,00	0,59	0,46	0,00
<i>Thymelicus hamza</i>	0,74	0,43	0,63	0,29	0,92	0,00
<i>Gegenes nostradamus</i>	0,37	1,28	0,00	1,47	0,46	0,00
<i>Gegenes pumilio</i>	0,00	0,43	0,00	1,18	0,46	0,00
<i>Macroglossum stellatarum</i>	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Utetheisa pulchella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00
<i>Rhodometra sacraria</i>	2,95	0,85	0,00	7,08	5,03	4,78
<i>Tyta luciosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00
<i>Aspitates ochrearia</i>	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Autographa gamma</i>	1,11	0,85	0,00	0,29	0,00	0,00
<i>Heliothis peltigera</i>	1,11	0,43	0,63	0,00	0,00	0,00

PEL: pelouse, MAD: matorral arboré dégradé, MHA: matorral haut.

#### 4.2.2.2.2. Variation spatiale de la richesse spécifique

La richesse spécifique des Papillons de jour montre des fluctuations dans les différentes stations d'étude du Parc zoologique pendant les deux années d'échantillonnage. En effet, lors de la première année on note la présence de 36 espèces. Cette richesse spécifique est la plus élevée dans le matorral arboré dégradé avec 31 espèces (86,11%). La pelouse signale 29 espèces, soit 80,55%. Par contre, le nombre d'espèces le plus faible est noté dans le matorral haut avec un pourcentage de 52,77 % de la totalité des espèces recensées(Fig.50a).

Quant à la deuxième année d'observation, comparativement à l'année précédente, l'ordre de la richesse spécifique est identique dans les trois stations du Parc. Le nombre total d'espèces de Papillons quant à lui a régressé de 36 à 32 espèces. 28 espèces ont été signalées dans le matorral arboré dégradé avec un pourcentage de 87,5%, le matorral haut avec 53,12%, soit 17 Papillons. Alors que la pelouse révèle une richesse spécifique de 25 espèces, soit 78,12% des 32 espèces de Papillons inventoriées (Fig.50b).



**Figure 50.** Richesse spécifique des Papillons de jour dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger.

**PEL:** pelouse, **MAD:** matorral arboré dégradé, **MHA:** matorral haut, **a :** Echantillonnage février 2009 - janvier 2010, **b :** Echantillonnage février 2010 - janvier 2011.

### **4.2.3. Evaluation de la diversité dans le milieu naturel**

La diversité de la lépidofaune du Parc zoologique d'Alger, 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 l'Indice de Shannon-Waever et de Simpson.

#### **4.2.3.1. Indice de Shannon**

Au niveau des trois stations du Parc zoologique d'Alger, les indices de diversité de Shannon affichées pour la 1<sup>ère</sup> année d'étude, fluctuent entre 2 et 3 bits. Pour la pelouse et le matorral arboré dégradé, nous avons noté une valeur semblable de 2,73 bits. Alors que la valeur la plus basse est signalée dans le matorral haut avec 2,34 bits (Tab.27). En ce qui concerne, la 2<sup>ème</sup> année d'étude (février 2010 à janvier 2011), cet indice a connu une légère diminution. A cet effet, la pelouse enregistre la plus haute valeur avec 2,59 bits, alors que le matorral arboré dégradé affiche la valeur de 2,49 bits. La valeur la plus faible a été notée pour le matorral haut avec 2,06 bits (Tab.27).

#### **4.2.3.2. Indice de diversité $H_{max}$**

Durant l'année de travail allant de février 2009 à janvier 2010, nous notons que la diversité maximale dépasse pour l'ensemble des stations la valeur de 4. La diversité maximale la plus élevée est notée dans le matorral arboré dégradé avec 4,95, suivie par celle observée dans la pelouse avec 4,86. Quant au matorral haut, il affiche une valeur plus au moins modérée de 4,25 (Tab.27). Lors de la seconde année d'échantillonnage, la diversité maximale atteint sa valeur la plus élevée dans matorral arboré dégradé avec 4,81, la pelouse note 4,64. Enfin, le matorral haut affiche 4,09 (Tab.27).

#### **4.2.3.3. Indice d'équitabilité E de Pielou**

Lors de la première année de prospections. L'équitabilité est quasi identique au niveau des différentes stations, sa valeur est plus au moins supérieure à 0,5. Cela indique une bonne équi-répartition des individus entre les différentes espèces (Tab.27). En ce qui concerne, la 2<sup>ème</sup> année d'échantillonnage, nous avons enregistré encore une fois des valeurs plus au moins semblables, elles sont aussi supérieures ou égales à 0,5. La pelouse révèle une valeur légèrement élevée de 0,56 par rapport à celle notée dans le matorral arboré dégradé et dans le matorral haut avec respectivement 0,52 et 0,50. Les effectifs des différentes espèces de Papillons présentes ont tendances à être en équilibre entre eux (Tab.10).

#### **4.2.3.4. Indice de Simpson D**

Durant la période allant d'octobre 2009 à septembre 2010, l'indice de Simpson (D) est assez proche dans les différentes stations et ne montre aucune dominance forte de certaines espèces dans les différentes familles de Papillons recensés. Les fluctuations de cet indice sont comparables aux variations de l'indice de diversité de Shannon-Waever  $H'$ . Les valeurs de D varient avec un écart mineur entre un maximum de 0,91 et un minimum de 0,87. A la moyenne de 0,89 correspond à un écart-type de 0,02. Les valeurs de la pelouse, du matorral arboré dégradé et du matorral haut se rapprochent fortement de cette moyenne. Cependant, la pelouse et le matorral arboré dégradé présentent la même valeur, elle est de l'ordre 0,91. Alors que le matorral haut note une valeur plus au moins faible ( $D=0,87$ ) (Tab.27). Au sujet de l'indice de Simpson de la 2<sup>ème</sup> année de travail, on note une certaine variation d'une station à une autre, proportionnellement aux variations de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ). Les valeurs de D oscillent avec un écart étroit entre [0,82-0,90]. La moyenne calculée de 0,86 correspond à un écart-type de 0,04. Le chiffre de D affiché dans le matorral arboré dégradé est égale à la moyenne (0,86). La pelouse semble noter la valeur la plus élevée avec 0,90, et la valeur la plus faible est mentionnée dans le matorral haut avec 0,82 (Tab.27).

#### **4.2.3.5. Equitabilité de Simpson ES**

L'équitabilité de Simpson à travers les différentes stations du Parc zoologique d'Alger (Tab. 27), indique de façon claire des communautés de Papillons non régulières durant la 1<sup>ère</sup> année de prospection. En général, dans les trois stations, ES note des valeurs comparables respectives à 0,94 dans la pelouse et le matorral arboré dégradé et 0,91 dans le matorral haut (ES tend vers 1). Quant à la 2<sup>ème</sup> année, nous avons enregistré des valeurs de ES élevées, elles tendent vers 1, malgré que le matorral haut affiche une valeur faible (0,87) par rapport à celle noté dans la pelouse et dans le matorral arboré dégradé avec respectivement 0,94 et 0,90. Les stations du Parc présentent des communautés de Papillons non régulières (Tab.27).

#### **4.2.3.6. Indice de Hill**

La diversité maximale est représentée par des valeurs proches de 0. Les résultats des valeurs de cet indice pour les communautés récoltées dans chaque station sont regroupés dans le tableau 27. Pendant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, la plus basse valeur de l'indice de Hill a été observée dans la pelouse et le matorral arboré dégradé avec 0,07, cette valeur tend vers zéro, ce qui explique une diversité considérable dans ces deux stations par rapport au matorral haut, ce dernier présente une valeur plus grande (0,11) (Tab.27).

Quant à la 2<sup>ème</sup> année d'échantillonnage, cet indice n'a pas signalé de variation pour la pelouse, il est de l'ordre de 0,08. Par ailleurs, le matorral arboré dégradé a affiché une valeur plus au moins modérée avec 0,10, et le matorral haut enregistre encore pour cette année la diversité la plus faible avec 0,16 (Tab.27).

**Tableau 27.** Variations des paramètres de la diversité appliqués aux Papillons de jour dans les stations du Parc zoologique d'Alger.

	Février 2009 - janvier 2010								Février 2010 - janvier 2011							
	N	S	H'	H <sub>max</sub>	E	D	ES	Hill	N	S	H'	H <sub>max</sub>	E	D	ES	Hill
<b>PEL</b>	271	29	2,73	4,86	0,56	0,91	0,94	0,07	339	25	2,59	4,64	0,56	0,9	0,94	0,08
<b>MAD</b>	234	31	2,73	4,95	0,55	0,91	0,94	0,07	437	28	2,49	4,81	0,52	0,87	0,9	0,10
<b>MHA</b>	158	19	2,34	4,25	0,55	0,87	0,91	0,11	272	17	2,06	4,09	0,50	0,82	0,87	0,16

**PEL**: pelouse, **MAD**: matorral arboré dégradé, **MHA**: matorral haut, **N**: nombre d'individus, **S**: Richesse totale, **H'**: indice de diversité de Shannon-Waever exprimé en binary digit (bit), **H<sub>max</sub>**: Diversité maximale exprimée en binary digit (bit), **E**: équirépartition, **D**: Indice de diversité de Simpson; **ES**: Equitabilité de Simpson; **Hill**: Indice de Hill.

#### 4.2.4. Similarité entre les stations

La similarité calculée pour les papillons de jour dans les trois stations durant la première année d'étude, indique que cet indice est de 0,83 pour le couple pelouse/matorral arboré dégradé, de 0,72 pour le couple matorral arboré dégradé/matorral haut. La valeur la plus basse de cet indice est notée pour le couple pelouse/matorral haut avec 0,70 (Tab.28).

Pour, la 2<sup>ème</sup> année de l'étude, le calcul de cet indice indique des valeurs proches respectives entre la pelouse/matorral haut et matorral arboré dégradé/matorral haut avec 71,42% et 71,11%. Le couple pelouse/matorral arboré dégradé enregistre la plus forte valeur avec 83,01% (Tab.28).

**Tableau 28.** Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqués aux Papillons de jour dans le milieu naturel durant les deux années d'échantillonnage.

Station	Février 2009 - janvier 2010			Février 2010 - janvier 2011		
	PEL	MAD	MHA	PEL	MAD	MHA
<b>PEL</b>	<b>100%</b>			<b>100%</b>		
<b>MAD</b>	83,33%	<b>100%</b>		83,01%	<b>100%</b>	
<b>MHA</b>	70,83%	72%	<b>100%</b>	71,42%	71,11%	<b>100%</b>

**PEL**: pelouse, **MAD**: matorral arboré dégradé, **MHA**: matorral haut.

#### **4.2.5. Barycentre écologique et amplitude d'habitat des Papillons de jour dans le milieu naturel**

Les résultats se rapportent aux espèces de Papillons de jour recensés dans trois stations du Parc zoologique d'Alger, durant deux années d'étude allant de février 2009 à janvier 2010, et de février 2010 à janvier 2011, soit respectivement un effectif de 663 appartenant à 36 espèces et 1048 individus réparties entre 32 espèces. L'analyse structurelle est réalisée une fois l'inventaire des espèces achevé. A 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**.

Pour le calcul de **g** et d'**AH**, nous avons tenu compte des espèces observées au moins deux fois dans les deux stations étudiées. Le tableau 29, nous renseigne sur les valeurs des paramètres **g** et **AH**.

**Tableau 29.** Abondances des espèces de papillons dans les 3 stations du milieu naturel. Les espèces sont classées par ordre de barycentre g3 croissant et AH3 (amplitude d'habitat) (février 2009- janvier 2010).

Espèces	PEL	MAD	MHA	n	g	AH
<i>Papilio machaon</i>	2	4	0	6	1,67	1,89
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	4	3	2	9	1,78	2,89
<i>Pieris brassicae</i>	26	35	31	92	2,05	2,98
<i>Pieris rapae</i>	30	27	33	90	2,03	2,99
<i>Pontia daplidice</i>	7	2	0	9	1,22	1,70
<i>Euchloe belemia</i>	0	1	6	7	2,86	1,51
<i>Anthocharis belia belia</i>	2	6	6	14	2,29	2,73
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	2	1	2	5	2,00	2,87
<i>Colotis evagore</i>	3	1	0	4	1,25	1,75
<i>Colias croceus</i>	51	19	5	75	1,39	2,20
<i>Gonepteryx rhamni</i>	4	9	4	17	2,00	2,77
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	7	1	3	11	1,64	2,36
<i>Tomares ballus cyrenaica</i>	3	5	2	10	1,90	2,80
<i>Aricia agestis</i>	7	2	2	11	1,55	2,48
<i>Polyommatus bellargus</i>	2	2	0	4	1,50	2,00
<i>Polyommatus icarus</i>	26	15	3	44	1,48	2,37
<i>Vanessa atalanta</i>	3	15	7	25	2,16	2,50
<i>Cynthia cardui</i>	34	28	21	83	1,84	2,94
<i>Pararge aegeria</i>	15	35	25	75	2,13	2,84
<i>Carcharodus tripolinus</i>	16	3	3	22	1,41	2,17
<i>Thymelicus acteon</i>	2	1	0	3	1,33	1,89
<i>Thymelicus hamza</i>	2	1	1	4	1,75	2,83
<i>Gegenes nostradamus</i>	1	3	0	4	1,75	1,75
<i>Rhodometra sacraria</i>	8	2	0	10	1,20	1,65
<i>Autographa gamma</i>	3	2	0	5	1,40	1,96
<i>Heliothis peltigera</i>	3	1	1	5	1,60	2,59

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut, n : effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

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. L'examen du tableau 29 nous permet de désigner trois catégories d'espèces (Tab.30).

**Tableau 30.** Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH pour le descripteur "stations du milieu naturel" durant la période allant de février 2009- janvier 2010.

	n	g	AH
<b>Espèces préférant la pelouse (<math>1 \leq g &lt; 1,5</math>)</b>			
<i>Rhodometra sacraria</i>	10	1,20	1,65
<i>Pontia daplidice</i>	9	1,22	1,70
<i>Colotis evagore</i>	4	1,25	1,75
<i>Thymelicus acteon</i>	3	1,33	1,89
<i>Colias croceus</i>	75	1,39	2,20
<i>Autographa gamma</i>	5	1,40	1,96
<i>Carcharodus tripolinus</i>	22	1,41	2,17
<i>Polyommatus icarus</i>	44	1,48	2,37
<b>Espèces préférant le matorral arboré dégradé (<math>1,5 \leq g &lt; 2,5</math>)</b>			
<i>Polyommatus bellargus</i>	4	1,50	2,00
<i>Aricia agestis</i>	11	1,55	2,48
<i>Heliothis peltigera</i>	5	1,60	2,59
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	11	1,64	2,36
<i>Papilio machaon</i>	6	1,67	1,89
<i>Thymelicus hamza</i>	4	1,75	2,83
<i>Gegenes nostradamus</i>	4	1,75	1,75
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	9	1,78	2,89
<i>Cynthia cardui</i>	83	1,84	2,94
<i>Tomares ballus cyrenaica</i>	10	1,90	2,80
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	5	2,00	2,87
<i>Gonepteryx rhamni</i>	17	2,00	2,77
<i>Pieris rapae</i>	90	2,03	2,99
<i>Pieris brassicae</i>	92	2,05	2,98
<i>Pararge aegeria</i>	75	2,13	2,84
<i>Vanessa atalanta</i>	25	2,16	2,50
<i>Anthocharis belia belia</i>	14	2,29	2,73
<b>Espèces préférant le matorral haut (<math>2,5 \leq g &lt; 3,5</math>)</b>			
<i>Euchloe belemia</i>	7	2,86	1,51

n: effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

D'après les résultats enregistrés dans le tableau 30, nous remarquons que chaque station de ce milieu renferme des espèces privilégiées. A cet effet, sur les 26 espèces prises en considération, plus de la moitié caractérise le matorral arboré dégradé. Le barycentre moyen pour les 26 espèces les plus dominantes est de 1,74.

Le tableau 30, montre aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les trois stations de manière égale (AH=3). L'amplitude d'habitat moyenne pour les 26 espèces les plus communes est de 2,36. Les valeurs d'AH les plus élevées concernent les

espèces suivantes : *Cynthia cardui*, *Pieris brassicae*, et *Pieris rapae*. Seules ces trois espèces ont une amplitude d'habitat élevée s'approchant de 3. Généralement, nous remarquons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent le matorral arboré dégradé. Dans les deux autres stations, l'amplitude d'habitat est faible en moyenne. La pelouse et le matorral haut, disposent surtout des espèces « spécialistes », alors que le matorral arboré dégradé renferme des espèces plus ou moins « généralistes ».

Pour la 2<sup>ème</sup> année d'étude, les résultats du calcul du barycentre et de l'amplitude d'habitat sont regroupés dans le tableau 31. Les espèces de Rhopalocères et d'Hétérocères concernées par ces deux indices sont au nombre de 23 espèces.

**Tableau 31.** Abondances des espèces de papillons dans les 3 stations du milieu naturel. Les espèces sont classées par ordre de barycentre g3 croissant et AH3 (amplitude d'habitat) (février 2010- janvier 2011).

Espèces	PEL	MAD	MHA	n	g	AH
<i>Papilio machaon</i>	3	4	1	8	1,75	2,65
<i>Pieris brassicae</i>	31	36	27	94	1,96	2,98
<i>Pieris rapae</i>	61	77	68	206	2,03	2,99
<i>Anthocharis belia belia</i>	13	15	11	39	1,95	2,98
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	10	17	1	28	1,68	2,20
<i>Colias croceus</i>	44	24	20	88	1,73	2,82
<i>Gonepteryx rhamni</i>	10	32	18	60	2,13	2,70
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	2	16	14	32	2,38	2,41
<i>Lycaena phlaeas</i>	0	1	1	2	2,50	2,00
<i>Leptotes pirithous</i>	2	1	0	3	1,33	1,89
<i>Aricia agestis</i>	8	5	5	18	1,83	2,92
<i>Polyommatus bellargus</i>	4	8	2	14	1,86	2,60
<i>Polyommatus icarus</i>	12	5	1	18	1,39	2,20
<i>Vanessa atalanta</i>	4	11	3	18	1,94	2,54
<i>Cynthia cardui</i>	14	21	4	39	1,74	2,55
<i>Pararge aegeria</i>	59	119	82	260	2,09	2,88
<i>Carcharodus tripolinus</i>	19	3	0	22	1,14	1,49
<i>Carcharodus stauderi</i>	2	1	0	3	1,33	1,89
<i>Thymelicus acteon</i>	2	2	0	4	1,50	2,00
<i>Thymelicus hamza</i>	1	4	0	5	1,80	1,65
<i>Gegenes nostradamus</i>	5	2	0	7	1,29	1,82
<i>Gegenes pumilio</i>	4	2	0	6	1,33	1,89
<i>Rhodometra sacrapia</i>	24	22	13	59	1,81	2,91

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut, n : effectif des individus, g : barycentre, AH : amplitude d'habitat.

Dans l'intention 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  $g$  : 1,5 ; 2,5 et 3,5. Ces classes sont signalées dans le tableau suivant :

**Tableau 32.** Classification des espèces de Papillons de jour au moyen des valeurs du barycentre  $g$  et de l'amplitude d'habitat AH pour le descripteur "stations du milieu naturel" durant la période allant de février 2010- janvier 2011.

	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<b>Espèces préférant la pelouse (<math>1 \leq g &lt; 1,5</math>)</b>			
<i>Carcharodus tripolinus</i>	22	1,14	1,49
<i>Leptotes pirithous</i>	3	1,33	1,89
<i>Carcharodus stauderi</i>	3	1,33	1,89
<i>Gegenes pumilio</i>	6	1,33	1,89
<i>Gegenes nostradamus</i>	7	1,29	1,82
<i>Polyommatus icarus</i>	18	1,39	2,20
<b>Espèces préférant le matorral arboré dégradé (<math>1,5 \leq g &lt; 2,5</math>)</b>			
<i>Thymelicus acteon</i>	4	1,50	2,00
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	28	1,68	2,20
<i>Colias croceus</i>	88	1,73	2,82
<i>Cynthia cardui</i>	39	1,74	2,55
<i>Papilio machaon</i>	8	1,75	2,65
<i>Rhodometra sacraria</i>	59	1,81	2,91
<i>Aricia agestis</i>	18	1,83	2,92
<i>Polyommatus bellargus</i>	14	1,86	2,60
<i>Thymelicus hamza</i>	5	1,80	1,65
<i>Vanessa atalanta</i>	18	1,94	2,54
<i>Anthocharis belia belia</i>	39	1,95	2,98
<i>Pieris brassicae</i>	94	1,96	2,98
<i>Pieris rapae</i>	206	2,03	2,99
<i>Pararge aegeria</i>	260	2,09	2,88
<i>Gonepteryx rhamni</i>	60	2,13	2,70
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	32	2,38	2,41
<b>Espèces préférant le matorral haut (<math>2,5 \leq g &lt; 3,5</math>)</b>			
<i>Lycaena phlaeas</i>	2	2,50	2,00

**n**: effectif des individus, **g** : barycentre, **AH** : amplitude d'habitat.

A l'examen du tableau 32, nous constatons que chaque station de ce milieu naturel échantillonnée regroupe des espèces préférentielles. Cependant, sur les 23 espèces prises en considération, plus de la moitié caractérise le matorral arboré dégradé. Le barycentre moyen pour les 23 espèces les plus dominantes est de 1,76.

Le tableau 32, nous indique aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les trois stations de manière égale (AH=3). L'amplitude d'habitat moyenne pour les 23 espèces les plus communes est de 2,39. Les valeurs d'AH les plus élevées concernent les espèces suivantes : *Rhodometra sacraria*, *Aricia agestis*, *Pieris brassicae*, et *Pieris rapae*. Seules ces quatre espèces ont une amplitude d'habitat élevée s'approchant de 3. D'une façon générale, nous remarquons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent le matorral arboré dégradé. Dans les deux autres stations, l'amplitude d'habitat est faible en moyenne. La pelouse et le matorral haut, disposent surtout des espèces « spécialistes », alors que le matorral arboré dégradé renferme des espèces plus ou moins « généralistes ».

#### **4.2.6. Fréquence d'occurrence des Papillons de jour dans le milieu naturel**

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des Rhopalocères et des Hétérocères diurnes dans le milieu naturel durant les deux années d'étude sont regroupées dans les tableaux 33 et 34.

Les espèces de la communauté globale collectée durant la première année d'étude, indiquent différentes catégories de constance. Nous avons enregistré une dominance de la catégorie d'espèces Accidentelles dans toutes les stations échantillonnées.

Les valeurs des fréquences d'occurrences concernant les Papillons observées durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude dans la pelouse et le matorral arboré dégradé, nous montrent l'existence de 19 espèces accidentelles pour chacune des deux stations. Cette catégorie est représentée par 9 espèces dans le matorral haut (Tab.33).

En ce qui concerne la catégorie des espèces accessoires, nous avons noté le même nombre dans la pelouse et le matorral arboré dégradé avec 4 espèces, de l'autre côté, le matorral affiche un chiffre de 6 espèces, soit 31,58% de la totalité des espèces recensées.

Pour sa part, la catégorie des espèces régulières est présente dans la pelouse avec 4 espèces (13,79%), alors que le matorral arboré note un pourcentage de 22,58%, soit 7 espèces régulières. Or le matorral haut ne révèle que 02 espèces, il est question de *Cynthia cardui* et de *Pararge aegeria*.

A propos de la catégorie des espèces constantes dans toutes les stations, *Pieris rapae* s'est manifestée en tant que constante. Cette dernière est accompagnée dans le matorral haut par *Pieris brassicae*, et dans la pelouse, par *Cynthia cardui*.

**Tableau 33.** Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de papillon dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période allant de février 2009 à janvier 2010.

Espèces	PEL	MAD	MHA
<i>Papilio machaon</i>	16,67	33,33	
<i>Iphioides feisthamelii</i>	16,67	16,67	8,33
<i>Pieris brassicae</i>	58,33	66,67	75
<i>Pieris rapae</i>	83,33	83,33	75
<i>Pontia daplidice</i>	33,33	16,67	
<i>Euchloe belemia</i>		8,33	8,33
<i>Anthocharis belia belia</i>	16,67	41,67	25
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	16,67	8,33	8,33
<i>Colotis evagore</i>	16,67	8,33	
<i>Colias croceus</i>	58,33	50	33,33
<i>Gonepteryx rhamni</i>	16,67	58,33	33,33
<i>Gonopteryx cleopatra</i>	16,67	8,33	25
<i>Tomares ballus cyrenaica</i>	16,67	33,33	16,67
<i>Lycaena phlaeas</i>	16,67		
<i>Lampides boeticus</i>			8,33
<i>Cacyreus marshalli</i>		16,67	
<i>Leptotes pirithous</i>		8,33	
<i>Zizeeria karsandra</i>	8,33		
<i>Aricia agestis</i>	33,33	16,67	16,67
<i>Polyommatus bellargus</i>	16,67	16,67	
<i>Polyommatus icarus</i>	66,67	66,67	25
<i>Danaus chrysippus</i>		16,67	
<i>Vanessa atalanta</i>	25	58,33	41,67
<i>Cynthia cardui</i>	75	58,33	50
<i>Pararge aegeria</i>	66,67	58,33	58,33
<i>Carcharodus tripolinus</i>	41,67	25,00	16,67
<i>Carcharodus stauderi</i>	16,67		

<i>Thymelicus acteon</i>	8,33	8,33	
<i>Thymelicus hamza</i>	8,33	8,33	8,33
<i>Gegenes nostradamus</i>	8,33	16,67	
<i>Gegenes pumilio</i>		8,33	
<i>Macroglossum stellatarum</i>		8,33	
<i>Rhodometra sacraria</i>	16,67	16,67	
<i>Aspitates ochrearia</i>	8,33		
<i>Autographa gamma</i>	16,67	8,33	
<i>Heliothis peltigera</i>	16,67	8,33	8,33

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut

Absente	Accidentelle C < 25%	Accessoire 25% ≤ C ≤ 50%	Régulière 50% ≤ C ≤ 75%	Constante C ≥ 75%
---------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------

Sur l'ensemble des 32 espèces de Papillons inventoriées durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, nous retrouvons quatre catégories d'espèces ; accidentelles, accessoires, régulières et constantes. Les valeurs des fréquences d'occurrences sont regroupées dans le tableau 34.

La catégorie des espèces accidentelles semble être bien représentée dans les trois stations, nous avons noté dans la pelouse, le matorral arboré dégradé et le matorral haut des fréquences d'occurrence respectives de 11, de 15 et de 09 espèces.

Le nombre d'espèces accessoires dans la pelouse et le matorral arboré dégradé est proche, il est respectivement de l'ordre de 7 et de 8 espèces. Alors que 03 espèces seulement ont été rapportées dans cette catégorie dans le matorral haut.

Par ailleurs, la catégorie des espèces régulières a été signalée dans la pelouse avec 04 espèces, soit 16% de la totalité des espèces recensées. Le nombre d'espèces signalé dans le matorral arboré dégradé et le matorral haut est identique avec 02 espèces, il s'agit de *Gonepteryx rhamni*, *Vanessa atalanta* pour le matorral arboré dégradé et *Gonepteryx rhamni*, *G. cleopatra* pour le matorral haut.

Quant aux espèces constantes dans le milieu naturel, les trois stations ont révélé les mêmes espèces, avec le même nombre, il s'agit de *Pieris brassicae*, *Pieris rapae* et

*Pararge aegeria* mais avec des pourcentages différents avec respectivement 12% en pelouse, 10,71% dans le matorral arboré dégradé et 17,65% dans le matorral haut.

**Tableau 34.** Fréquence d'occurrence calculée pour chaque espèce de papillon dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période allant de février 2010 à janvier 2011.

Espèces	PEL	MAD	MHA
<i>Papilio machaon</i>	25	25	8,33
<i>Iphiclides feisthamelii</i>		16,67	
<i>Pieris brassicae</i>	75	75	75
<i>Pieris rapae</i>	83,33	91,67	91,67
<i>Anthocharis belia belia</i>	16,67	25	16,67
<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	16,67	16,67	8,33
<i>Colias croceus</i>	58,33	25	25
<i>Gonepteryx rhamni</i>	50	66,67	50
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	16,67	41,67	58,33
<i>Tomares ballus cyrenaica</i>		8,33	
<i>Lycaena phlaeas</i>		8,33	8,33
<i>Lampides boeticus</i>			8,33
<i>Cacyreus marshalli</i>		16,67	
<i>Leptotes pirithous</i>	8,33	8,33	
<i>Celastrina argiolus</i>		8,33	
<i>Aricia agestis</i>	33,33	33,33	25
<i>Polyommatus bellargus</i>	16,67	33,33	8,33
<i>Polyommatus icarus</i>	50	33,33	8,33
<i>Vanessa atalanta</i>	33,33	50	25
<i>Cynthia cardui</i>	50	33,33	16,67
<i>Pararge aegeria</i>	91,67	91,67	91,67
<i>Spialia sertorius</i>	8,33		
<i>Carcharodus tripolinus</i>	41,67	16,67	
<i>Carcharodus stauderi</i>	8,33	8,33	
<i>Thymelicus acteon</i>	8,33	8,33	
<i>Thymelicus hamza</i>	8,33	16,67	
<i>Gegenes nostradamus</i>	25	8,33	
<i>Gegenes pumilio</i>	25	16,67	
<i>Utetheisa pulchella</i>		8,33	
<i>Rhodometra sacraria</i>	25	16,67	16,67
<i>Tyta lucrea</i>	16,67		
<i>Autographa gamma</i>	8,33		

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut

Absente	Accidentelle C < 25%	Accessoire 25% ≤ C ≤ 50%	Régulière 50% ≤ C ≤ 75%	Constante C ≥ 75%
---------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------

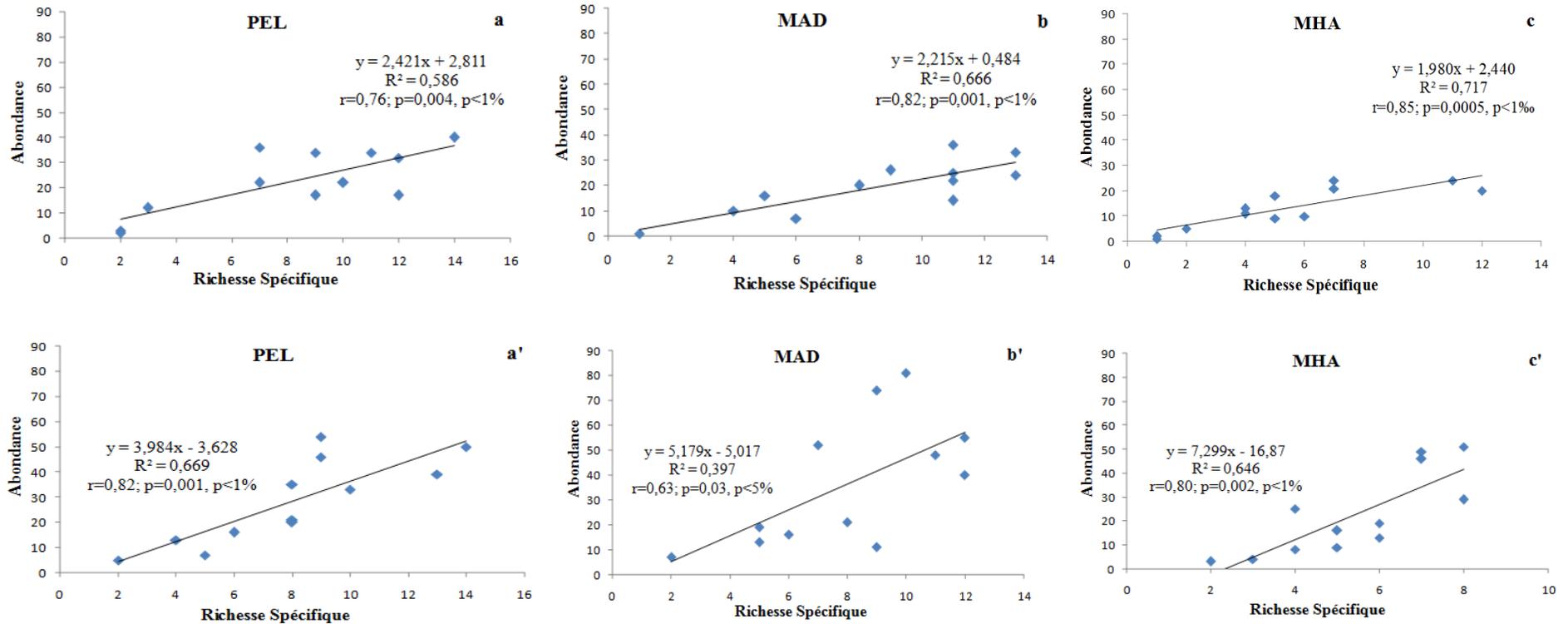
#### **4.2.7. Relation entre richesse spécifique / Abondance**

Dans cette partie, une étude de corrélation entre deux variables qui sont la richesse spécifique et l'abondance a été calculée à travers une régression linéaire. Et pour la mesure de cette corrélation, on a eu recours au calcul du coefficient de corrélation de Pearson, afin de déterminer la relation qui peut exister entre ces deux indices.

Durant deux ans de récolte et d'observations dans un site naturel « Parc zoologique d'Alger », les communautés de Papillons varient d'une station à une autre et d'une année à une autre. En termes d'espèces et en nombre d'individus. La figure 51, nous montre les différentes corrélations calculées dans les trois stations.

Au cours de l'année, allant de février 2009 à janvier 2010, la richesse spécifique des Papillons de jour est quasi corrélée positivement avec l'abondance, dans les trois stations, avec des probabilités hautement significatives (Fig.51a,b,c).

En ce qui concerne la 2<sup>ème</sup> année d'étude, le calcul du coefficient de corrélation de Pearson indique, la aussi que toutes les stations à savoir la pelouse, le matorral arboré dégradé et le matorral haut ont révélé des corrélations positives avec des probabilités significatives (Fig.51a', b', c').



**Figure 51.** Relation entre l'abondance et la richesse spécifique dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

**PEL** : pelouse, **MAD** : matorral arboré dégradé, **MHA** : matorral haut ; **r** : Coefficient de corrélation de Pearson ; **p** : Probabilité ; **a, b, c** : Echantillonnage février 2009 – janvier 2010 ; **a', b', c'** : Echantillonnage février 2010 – janvier 2011.

#### 4.2.8. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans le milieu naturel

Afin 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 où le rang de l'espèce dans cette classe est porté en abscisses, et son abondance relative en ordonnées.

Les diagrammes de rang/fréquence des Papillons recensés durant les deux années de collecte sont illustrés indépendamment (Fig.52). Toutes les espèces qui apparaissent dans ces diagrammes, ont été dotées d'un code (voire annexe 1).

Pendant la période allant de février 2009 à janvier 2010, 29 espèces ont été recensées dans la pelouse, *Colias croceus* arrive la première, elle est suivie bien après par *Cynthia cardui*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae* et *Polyommatus icarus*. Par la suite, le 2<sup>ème</sup> groupe arrive, composé par ordre de *Carcharodus tripolinus*, *Pararge aegeria*, *Rhometra sacraria*, *Gonepteryx cleopatra* et *Aricia agestis*. Quant au 3<sup>ème</sup> groupe, il renferme les espèces à faibles abondances, leur courbe prend l'allure de lignes superposées suivant leur ressemblance en nombre d'individus. A cet effet, *Iphiclides feisthamelii*, *Gonepteryx rhamni* et *Carcharodus stauderi* arrivent en même temps, *Colotis evagore*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Vanessa atalanta*, *Autographa gamma* et *Heliopsis peltigera* se trouvent sur la même ligne, suivies par *Papilio machaon*, *Anthocharis belia belia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus bellargus*, *Thymelicus acteon* et *Thymelicus hamza*. Enfin, *Zizeeria karsandra*, *Gegenes nostradamus* et *Aspitates ochrearia* sont les dernières espèces de la liste (Fig.52a).

Au niveau du matorral arboré dégradé, l'espèce *Pieris brassicae* arrive la première avec *Pararge aegeria*, elles se sont présentées avec la même abondance, suivies par *Cynthia cardui*, *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Polyommatus icarus* et *Vanessa atalanta*. Plus tard, le 2<sup>ème</sup> groupe s'installe avec des espèces possédant des

abondances plus au mois proches, il s'agit de *Gonepteryx rhamni*, *Anthocharis belia belia*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Papilio machaon*, *Danaus chrysippus*, *Iphiclides feisthamelii*, *Carcharodus tripolinus*, *Carcharodus tripolinus*, et *Gegenes nostradamus*. Par conséquent, le 3<sup>ème</sup> groupe est constitué du reste des espèces ayant des fréquences faibles ; ces papillons sont alignées en deux plateaux superposés : le premier regroupe : *Cacyreus marshalli*, *Pontia daplidice*, *Leptotes pirithous*, *Aricia agestis*, *Polyommatus bellargus*, *Rhodometra sacraria* et *Autographa gamma*. Et le deuxième renferme les espèces suivantes : *Euchloe belemia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Colotis evagore*, *Gonepteryx cleopatra*, *Thymelicus acteon* et *Thymelicus hamza*, *Gegenes pumilio*, *Macroglossum stellatarum*, et *Heliothis peltigera* (Fig.52b).

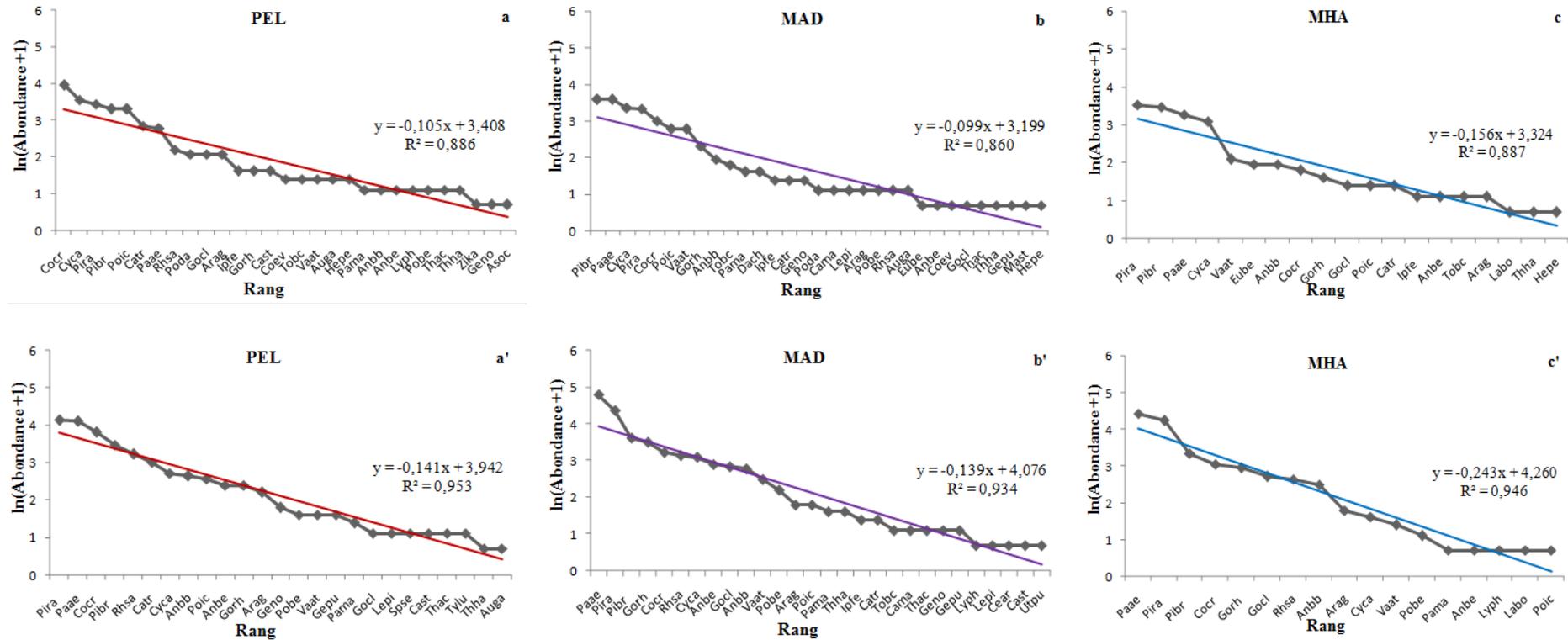
Pour sa part, le matorral haut regroupe 19 espèces, leur arrivée est fractionnée en trois groupes distincts. Le premier est constitué de *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Pararge aegeria* et *Cynthia cardui*. Alors que le 2<sup>ème</sup> groupe, rassemble 08 espèces ayant des abondances moyennes, entre 7 et 3 individus, il est question de *Vanessa atalanta*, *Euchloe belemia*, *Anthocharis belia belia*, *Colias croceus*, *Gonepteryx rhamni*, *Gonepteryx cleopatra*, *Polyommatus icarus* et *Carcharodus tripolinus*. De son côté, la 3<sup>ème</sup> groupe est composée de 07 espèces ayant les plus basses fréquences, avec *Iphiclides feisthamelii*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Tomares ballus cyrenaica*, et *Aricia agestis*. Ils sont localisées contre les trois restantes ; *Lampides boeticus*, *Thymelicus hamza* et *Heliothis peltigera* (Fig.52c).

Lors de la deuxième année et dans la pelouse, sur les 25 espèces de Rhopalocères et d'Hétérocères collectées, *Pieris rapae* se classe au premier rang, loin derrière arrive, *Pararge aegeria* suivie de *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Rhodometra sacraria* et *Carcharodus tripolinus*. La 2<sup>ème</sup> série comprend des espèces ayant des valeurs de fréquences proches, il s'agit de *Cynthia cardui*, *Anthocharis belia belia*, *Polyommatus icarus*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Gonepteryx rhamni*, *Aricia agestis*, *Gegenes nostradamus*, *Polyommatus bellargus*, *Vanessa atalanta*, *Gegenes pumilio* et *Papilio machaon*. Enfin, le 3<sup>ème</sup> groupe arrivent en lignes droites superposées, les espèces concernés présentes de faibles abondances : *Gonepteryx*

*cleopatra*, *Leptotes pirithous*, *Spialia sertorius*, *Carcharodus stauderi*, *Thymelicus acteon*, *Tyta lucuosa*, *Thymelicus hamza* et *Autographa gamma* (Fig.52a’).

Pour sa part, *Pararge aegeria* est la première espèce retrouvée dans le matorral arboré dégradé, suivie de loin par *Pieris rapae*. Le 2<sup>ème</sup> groupe arrive bien après, il est constitué de *Pieris brassicae*, *Gonepteryx rhamni*, *Colias croceus*, *Rhodometra sacraria*, *Cynthia cardui*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Gonepteryx cleopatra*, *Anthocharis belia belia*, *Vanessa atalanta* et *Polyommatus bellargus*. Le dernier groupe est majoritaire en nombre d’espèces, avec 16 Papillons qui tracent leur courbe par des distances pratiquement équitables avec des abondances ne dépassant guère les 5 individus (Fig.52b’).

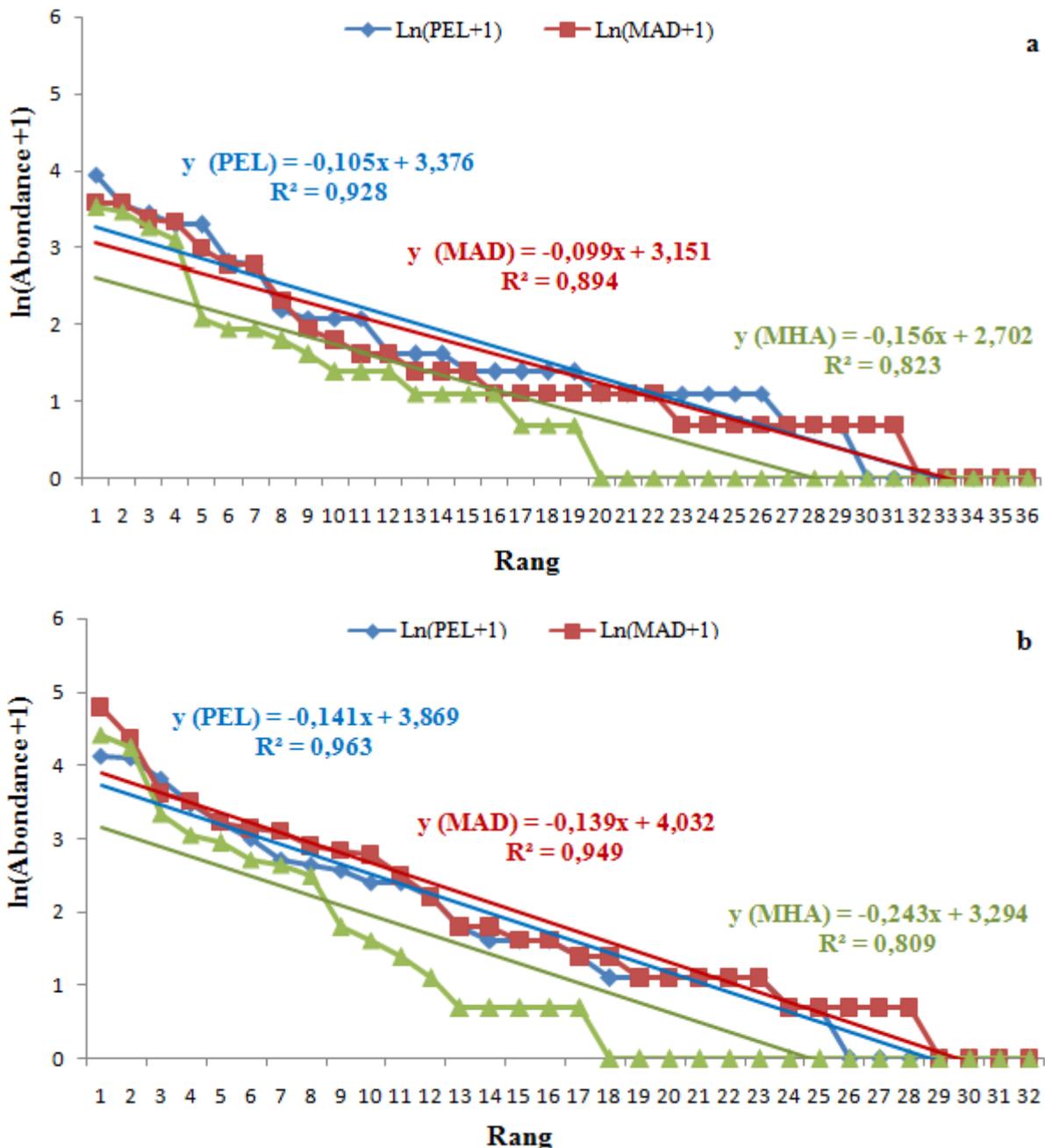
Quant au matorral haut, cette station abrite nombre le moins important d’espèces. La courbe tracée par les 17 Papillons, montre que le 1<sup>er</sup> groupe est composé en premier lieu de *Pararge aegeria*, suivie par *Pieris rapae*. La 2<sup>ème</sup> série englobe les espèces avec des abondances moyennes plus au moins comparables, il s’agit de *Pieris brassicae*, *Colias croceus*, *Gonepteryx rhamni*, *Gonepteryx cleopatra*, *Rhodometra sacraria* et *Anthocharis belia belia*. Enfin le dernier groupe est constitué de ; *Aricia agestis*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Polyommatus bellargus*, *Papilio machaon*, *Anthocharis belia belia*, *Lycaena phlaeas*, *Lampides boeticus* et *Polyommatus icarus* (Fig.52c’).



**Figure 52.** Ordre d'arrivée écologique des espèces de Papillons dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut ; **a, b, c**: Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; **a', b', c'**: Echantillonnage février 2010- janvier 2011

Les diagrammes rang/fréquence consistent à représenter l'ordre d'arrivée des espèces de Papillons dans les stations du Parc zoologique en indiquant les abondances par rapport au rang de l'espèce sur une échelle logarithmique. Les similarités sont ensuite analysées par la comparaison des pentes des courbes des échantillons séparés spatialement et temporellement grâce au modèle de Motomura (Fig.53).



**Figure 53.** Ordre d'arrivée écologique global des espèces de Papillons dans les différentes stations du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

PEL : pelouse, MAD : matorral arboré dégradé, MHA : matorral haut ; a : Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; b : Echantillonnage février 2010- janvier 2011

A l'examen des tableaux 35 et 36, l'analyse indique la présence de différence significative dans la diversité des Papillons de jour dans les différentes stations étudiées pour les deux ans d'étude.

D'après le tableau 35, pour la période allant de février 2009 à janvier 2010, l'ajustement des pentes dans les différentes stations du Parc zoologique d'Alger au modèle naturel de Motomura montre la présence de probabilités qui sont hautement significatives, pour certaines pentes (Tab.35). Ceci signifie que la lépidofaune rencontrée ne présente pas de perturbation dans ces stations.

Quant à la période allant de février 2010 à janvier 2011, les comparaisons de pentes des équations des courbes de tendance des diagrammes rang/fréquence montrent aussi des probabilités associées significatives dans les stations d'étude (Tab.36), évoquant ainsi ; la stabilité des Papillons, et le timing de l'arrivée des espèces au niveau du milieu naturel.

**Tableau 35.** Ajustement au modèle de Motomura dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2009 à janvier 2010.

	PEL	MAD	MHA
<b>Pente</b>	-0,105	-0,099	-0,156
<b>Ajustement au modèle de Motomura</b>	$2,79 \times 10^{-14}$	$6,20 \times 10^{-14}$	$1,76 \times 10^{-9}$
<b>PEL</b>			
<b>MAD</b>	0,881 <sup>NS</sup>		
<b>MHA</b>	$2,89 \times 10^{-3*}$	$3,64 \times 10^{-3*}$	

Les astérisques correspondent à des différences significatives à 5% (\*); (<sup>NS</sup>): Différence non significative.

**Tableau 36.** Ajustement au modèle de Motomura dans les trois stations du Parc zoologique d'Alger durant la période de février 2010 à janvier 2011.

	PEL	MAD	MHA
<b>Pente</b>	-0,141	-0,139	-0,243
<b>Ajustement au modèle de Motomura</b>	$9,04 \times 10^{-17}$	$6,31 \times 10^{-17}$	$6,21 \times 10^{-11}$
<b>PEL</b>			
<b>MAD</b>	0,620 <sup>NS</sup>		
<b>MHA</b>	$2,97 \times 10^{-4**}$	$8,84 \times 10^{-4**}$	

Les astérisques correspondent à des différences significatives à 5% (\*), hautement significatives à 1% (\*\*); (<sup>NS</sup>): Différence non significative.

#### **4.2.9. Courbe de vol des Papillons de jour dans le milieu naturel**

Pour chaque station et année d'étude, deux espèces de Papillons ont été choisies sur la base de leurs ordres d'arrivées chronologiques et leurs barycentres g.

##### **4.2.9.1. Courbe de vol de *Pieris rapae***

Ce Papillon est observé au niveau de toutes les stations du Parc zoologique d'Alger et durant les deux années d'étude. Dans le matorral haut. Elle est aperçue pendant la plupart des mois, sauf aux mois de juillet, de septembre 2009 et de janvier 2010. *Pieris rapae* marque son maximum de vol en avril avec 8 individus. Et le reste des mois, cette espèce a été assez discrète (Fig.54a).

Durant la 2<sup>ème</sup> année d'étude, la piéride de la rave a été classé entant qu'espèce constante dans la pelouse, mais avec des abondances plus au moins faibles. La courbe de vol tracée dans la figure 54b, montre trois pics, le 1<sup>er</sup> est noté au mois de mars avec 9 individus, le 2<sup>ème</sup> en mai et le 3<sup>ème</sup> en octobre avec respectivement 9 et 6 individus. Elle est l'espèce la plus abondante dans le matorral arboré dégradé, ou nous avons noté trois pics, encore le 1<sup>er</sup> est remarqué en mars avec 13 individus, le 2<sup>ème</sup> en juin avec le maximum d'effectif (17 individus), et le dernier en octobre avec 9 individus (Fig.55b). Par contre, dans le matorral haut ce papillon se trouve en 2<sup>ème</sup> position, le maximum de vol est enregistré aux mois de mai et juin avec 15 individus, il est absent au mois d'août. Il réapparaît en septembre pour enfin atteindre 4 individus en octobre 2010 (Fig.56b).

##### **4.2.9.2. Courbe de vol de *Pieris brassicae***

Cette espèce marque sa présence dans les stations du Parc zoologique, tantôt en position première et tantôt classée en deuxième position. Dans le matorral arboré dégradé et pendant la période, allant de février 2009 à janvier 2010. *Pieris brassicae* prime sur ses accompagnatrices et affiche le maximum de vol en mai avec 12

individus, elle disparaît en mois d'août et affiche ensuite un 2<sup>ème</sup> pic en saison automnale avec 9 individus au mois d'octobre (Fig.55a). Alors que dans le matorral haut, ce papillon se classe en 2<sup>ème</sup> position. Cette espèce est constante, mais elle présente des fréquences plus au moins faible avec un maximum d'effectif de 6 individus noté au mois d'octobre 2009 (Fig.56a).

#### **4.2.9.3. Courbe de vol de *Colias croceus***

Le souci est l'espèce la plus abondante dans la pelouse durant l'année d'étude allant de février 2009 à janvier 2010. La présence importante de ce beau papillon est indiquée deux fois durant l'année de récolte, la 1<sup>ère</sup> est remarquée au printemps avec des abondances très proches aux mois de mai et juin avec respectivement 6 et 7 individus ; or que la seconde a été notée en automne avec un maximum de vol de 17 individus et cela au mois de novembre (Fig.54a).

#### **4.2.9.4. Courbe de vol de *Cynthia cardui***

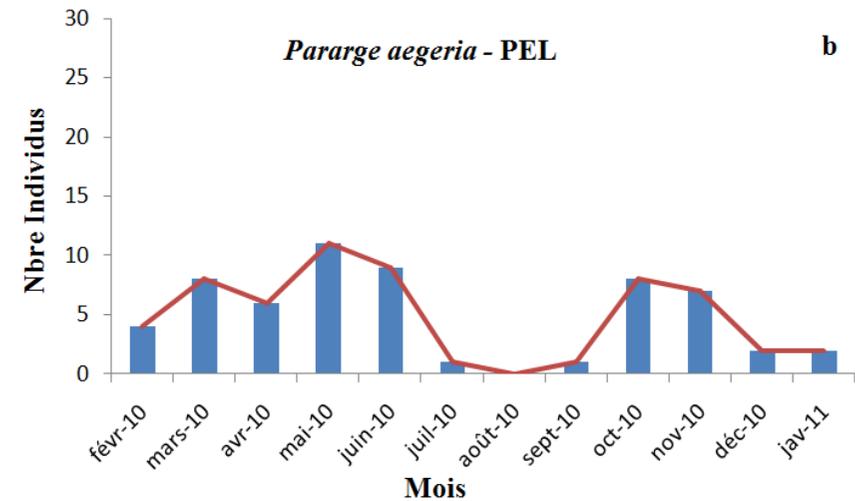
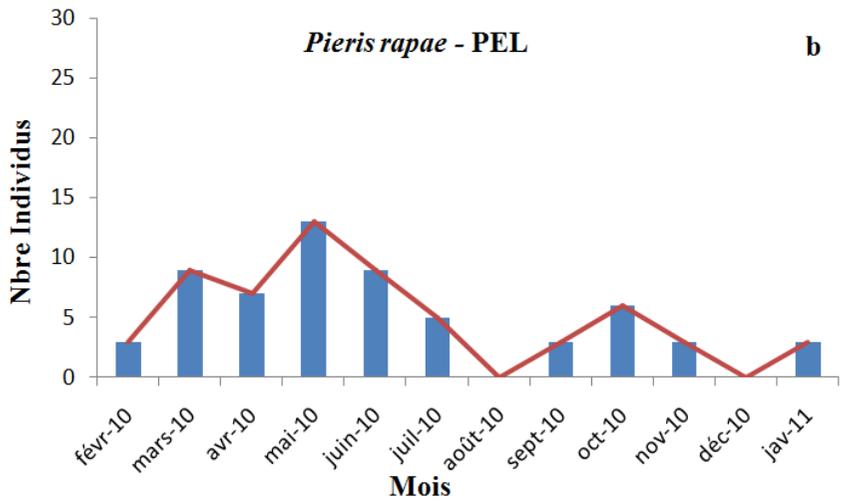
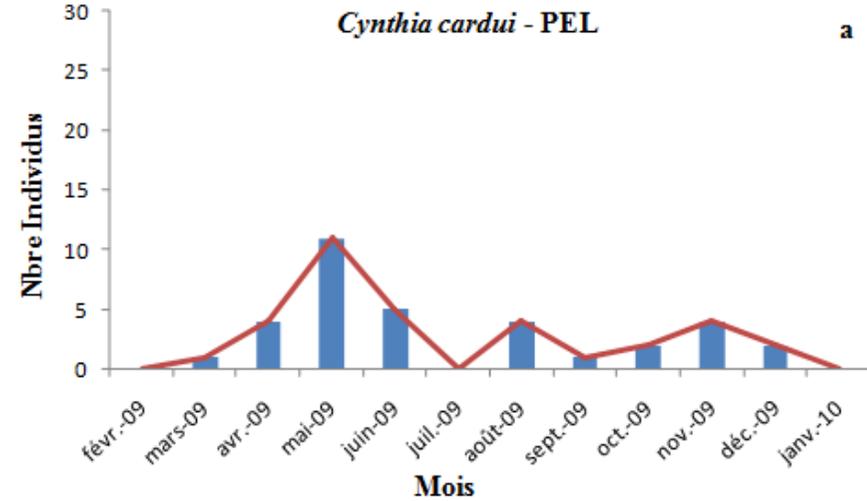
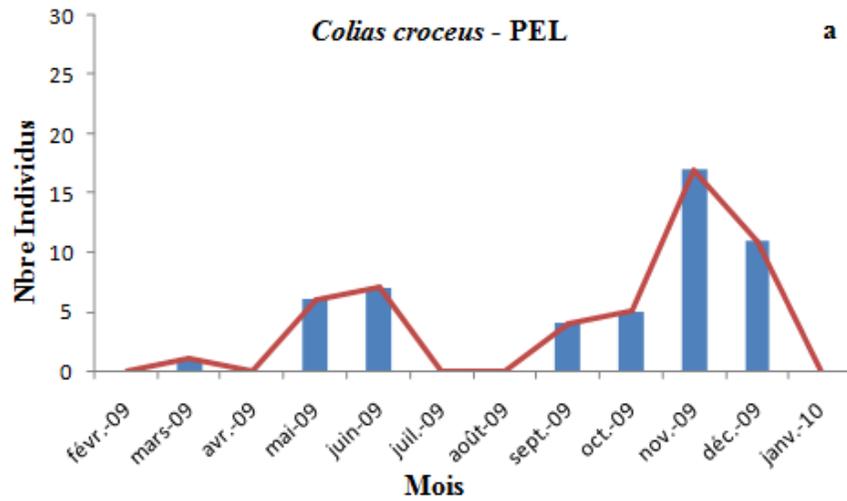
Cette espèce est prise en considération, vu sa place importante en terme du nombre d'individus et son classement dans le timing d'accession dans la pelouse durant la 1<sup>ère</sup> année de travail. Elle vient juste après *Colias croceus*. *Cynthia cardui* s'est manifestée en tant qu'espèce constante, le maximum de son vol est enregistré en mai avec 11 individus, aucune vanesse n'a été notée en juillet, puis elle semble réapparaître discrètement durant les mois ; d'août, de septembre, d'octobre, de novembre et de décembre 2009 (Fig.54a).

#### **4.2.9.5. Courbe de vol de *Pararge aegeria***

Durant la période d'étude allant de février 2009 à janvier 2010, *Pararge aegeria* arrive derrière la piéride du chou dans le matorral arboré dégradé. La courbe de vol tracée dans la figure 55a, témoigne de son absence en février 2009, elle réapparaît ensuite en mars et avril avec 6 individus, pour disparaître durant les

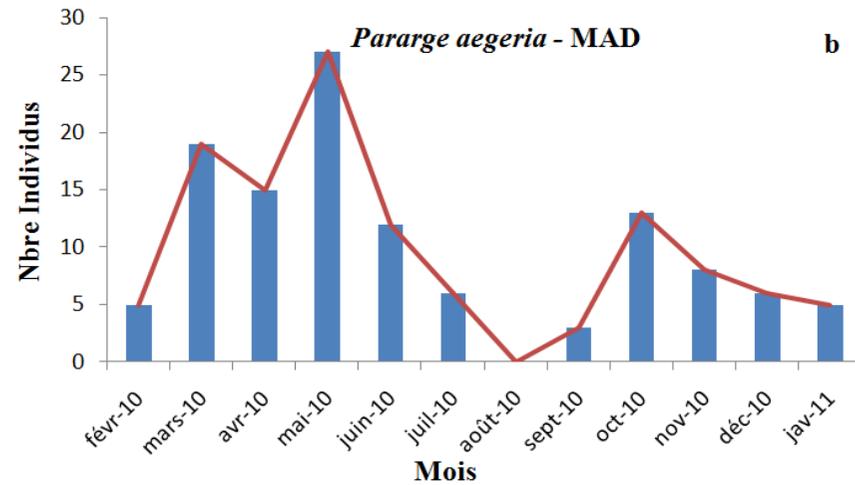
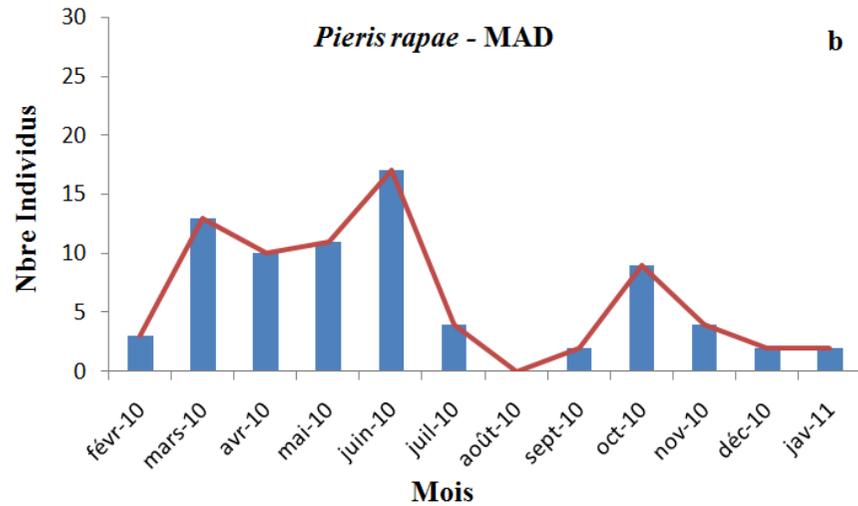
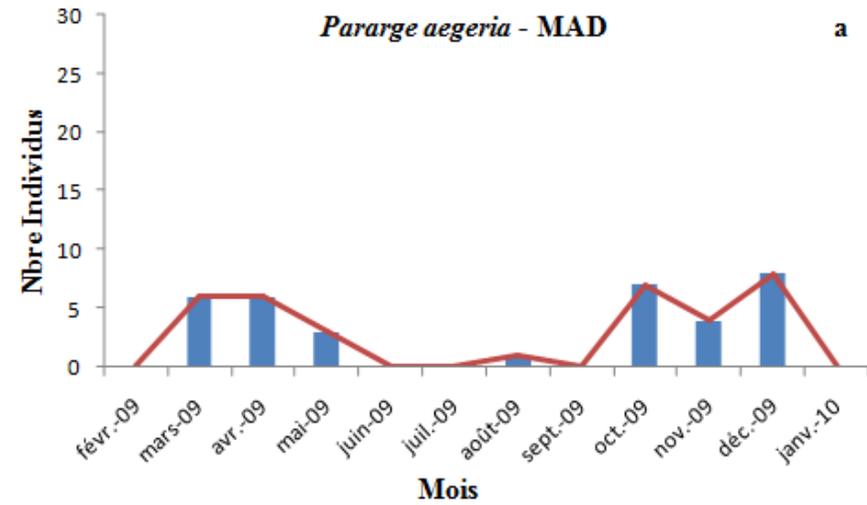
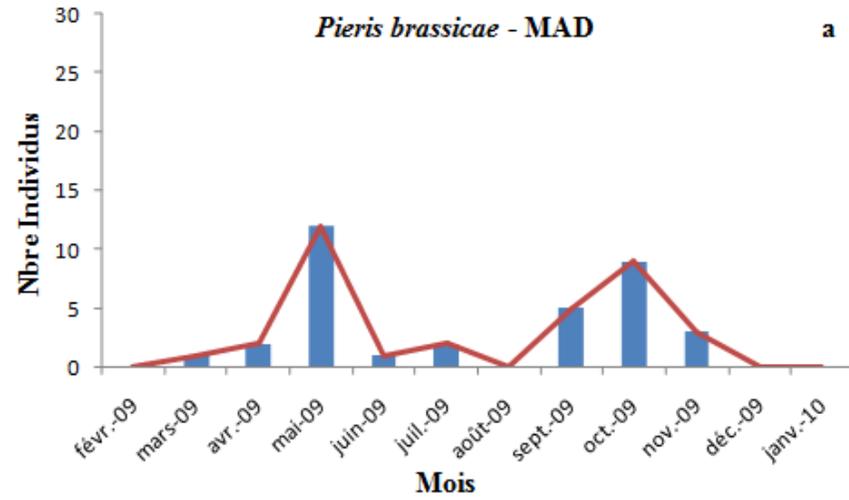
quatremois qui suivent, avec une présence accidentelle en août avec un seul individu. Cette espèce affiche de nouveau un maximum d'effectif en décembre 2009 avec 8 individus.

Lors de la 2<sup>ème</sup> année et dans la pelouse, la courbe de vol dessinée par *Pararge aegeria* indique une certaine constance de l'espèce, le maximum de vol est affiché en mai avec 11 individus. Aucune observation n'a été enregistrée au mois d'août, cette espèce reprend son vol pour le reste des mois avec une abondance plus au moins élevée en octobre et novembre avec respectivement 8 et 7 individus (Fig.54b). Dans le matorral arboré dégradé, *Pararge aegeria* vient après la piéride de la rave. Le Tircis est constant avec une abondance mensuelle plus au moins élevée et son maximum est observé en mai avec 27 individus. Egalement le mois d'août ne décèle aucune présence de ce papillon, il ressurgit ensuite en septembre pour aboutir à une fréquence de 13 individus en octobre (Fig.55b). Le Tircis paraît être le papillon le plus abondant dans le matorral haut. Egalement cette fois aussi, il marque sa régularité et sa constance durant toute l'année, à l'exception du mois d'août. La courbe de vol indiquée en figure 56b, nous montre que l'effectif maximal de cette espèce est noté aux mois de juin et d'octobre 2010 avec respectivement 17 et 11 individus.



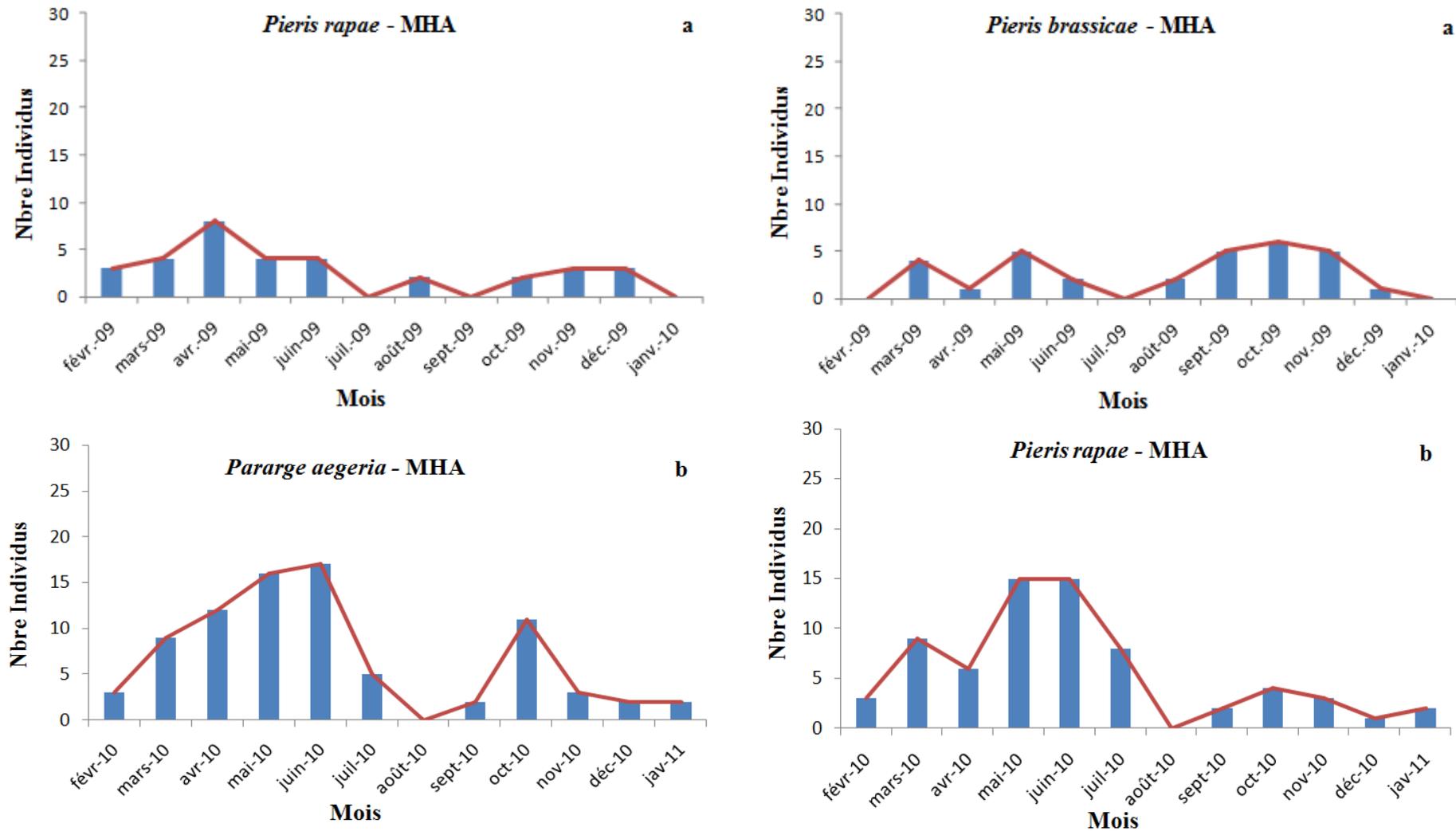
**Figure 54.** Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « pelouse » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

PEL: pelouse, **a**: Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; **b**: Echantillonnage février 2010- janvier 2011.



**Figure 55.** Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « matorral arboré dégradé » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

**MAD:** matorral arboré dégradé, **a:** Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; **b:** Echantillonnage février 2010- janvier 2011.



**Figure 56.** Courbes de vol des principales espèces de Papillons de jour au niveau de la station « matorral haut » du Parc zoologique d'Alger durant les deux années d'échantillonnage.

**MHA:** matorral haut, **a:** Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; **b:** Echantillonnage février 2010- janvier 2011.

#### 4.2.10. Structuration spatio-temporelle des communautés lépidoptérique

Une analyse des correspondances redressée (DCA) est appliquée pour mettre en évidence la similitude entre des assemblages d'espèces de Papillon de jour inventoriés dans le milieu naturel. Les analyses de nos résultats sont réalisées grâce au Logiciel PAST et la matrice combinée est soumise à une analyse par la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Et le code des espèces est enregistré dans l'annexe 1.

Pendant la période d'étude, allant de février 2009 à janvier 2010, la DCA réalisée sur les relevés des abondances des différentes espèces montre 18,68% et 7,21% de contribution des informations sur le plan d'ordination défini respectivement par les composantes des axes 1 et 2 (Fig.57A). la CAH obtenue par la méthode Ward a permis de structurer les communautés en 3 groupes sur la base de la mesure de similitude entre les coordonnées des différentes variables.

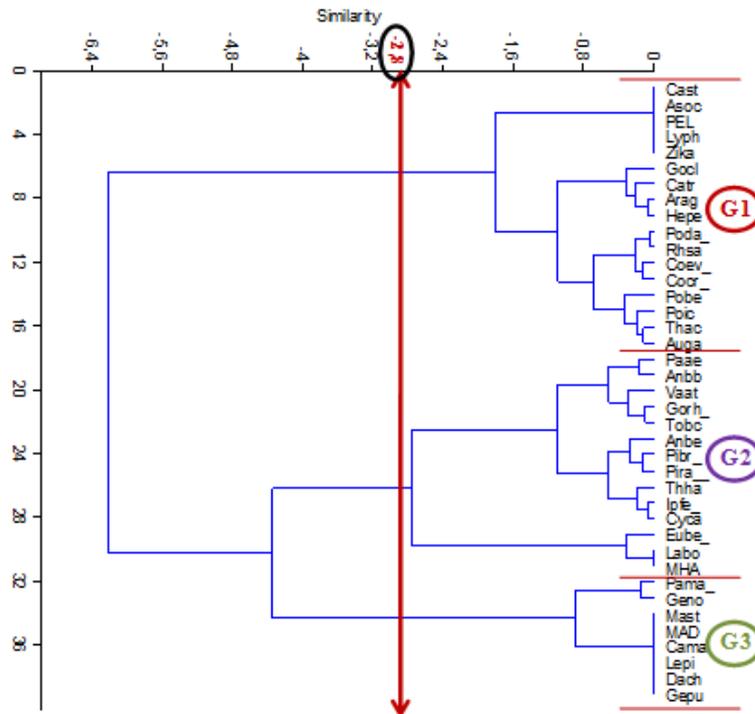
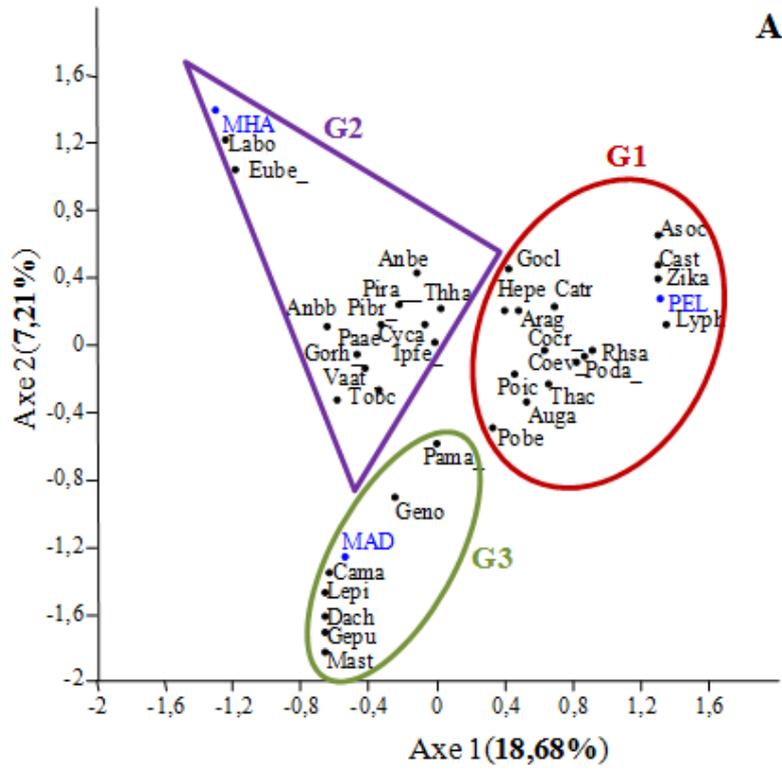
Le premier groupe, le plus nombreux regroupe 44,44% des espèces récoltées (16 espèces). Il constitue les espèces inventoriées dans l'une des stations du Parc zoologique correspondant à la pelouse (PEL) : *Colotis evagore*, *Colias croceus*, *Gonepteryx cleopatra*, *Polyommatus icarus*, *Polyommatus bellargus*, *Aricia agestis*, *Pontia daphidice*, *Lycaena phlaeas*, *Zizeeria karsandra*, *Carcharodus tripolinus*, *Carcharodus stauderi*, *Thymelicus acteon*, *Aspitates ochrearia*, *Rhodometra sacraria*, *Heliothis peltigera* et *Autographa gamma*.

Le groupe 2 n'est pas négligeable, il comporte 13 espèces, soit 36,11%, trouvées dans le matorral haut (MHA) ; il s'agit d'*Iphiclides feisthamelii*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Gonepteryx rhamni*, *Euchloe belemia*, *Anthocharis belia belia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Lampides boeticus*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Pararge aegeria*, *Tomares ballus cyrenaica* et *Thymelicus hamza*.

Quant au 3<sup>ème</sup> groupe, c'est le moins important en termes d'espèces, il ne contient que 7, soit 19,44% de la totalité d'espèces recensées. Cette entité concorde avec les

papillons collectés au sein du matorral arboré dégradé (MAD). Il est question de *Papilio machaon*, *Cacyreus marshalli*, *Leptotes pirithous*, *Danaus chrysippus*, *Gegenes pumilio*, *Gegenes nostradamus* et *Macroglossum stellatarum*.

La classification hiérarchique ascendante (CAH) à partir des distances euclidiennes basées sur la méthode « Ward » donne lieu de reconnaître les 3 groupes, selon la droite de troncature choisie (-2,8) (Fig.57A).



**Figure 57.** Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu naturel à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2009-2010.

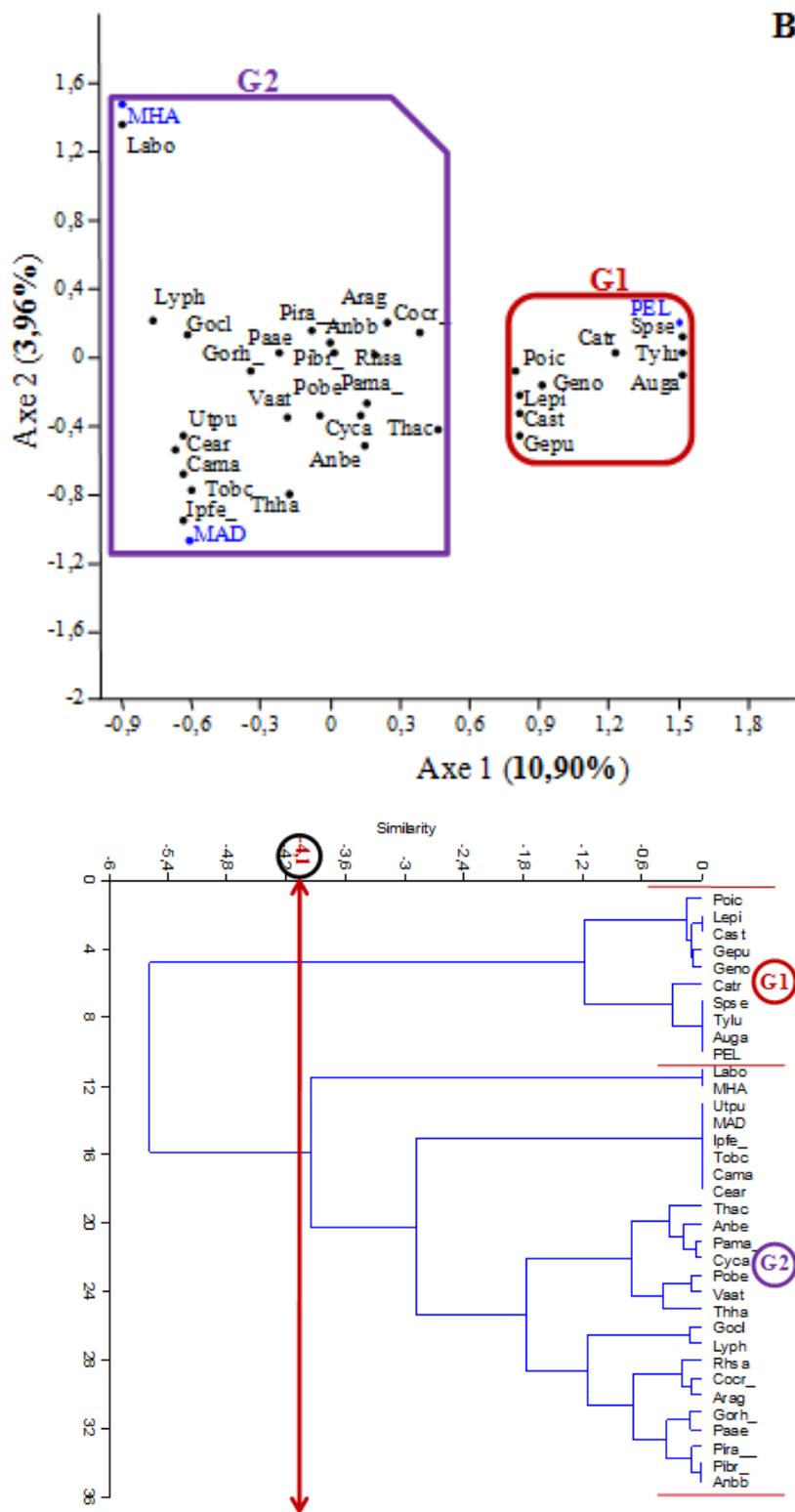
A : Echantillonnage février 2009-janvier 2010.

Durant la deuxième année d'étude allant de février 2010 à janvier 2011, Les résultats concernant les papillons observés dans les trois stations choisies au Parc zoologique d'Alger ont été sujets à une analyse des correspondances redressée (DCA), puis à une classification ascendante hiérarchique (CAH) dans le plan factoriel Axe1 × Axe2, ces derniers contribuent respectivement avec 10,90% et 3,96%. La DCA affiche un nuage de points structuré en deux groupes (Fig.58B).

Le premier groupe est assez faible en termes d'espèces, il ne comporte que 9 espèces, soit 28,12%. Ce groupe concerne les Rhopalocères et Hétérocères diurnes retrouvés dans la pelouse (PEL): *Polyommatus icarus*, *Leptotes pirithous*, *Carcharodus tripolinus*, *Carcharodus stauderi*, *Gegenes pumilio*, *Gegenes nostradamus*, *Spialia sertorius*, *Tyta lucuosa* et *Autographa gamma*.

Pour sa part, le groupe 2 est plus important, vu le nombre d'espèces, (23 papillons) soit 71,87% de la globalité d'espèces recensées (32 espèces). Cette entité correspond aux espèces capturées dans le matorral arboré dégradé et le matorral haut (MAD, MHA) et il s'agit de *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Gonepteryx rhamni*, *Gonepteryx cleopatra*, *Colias croceus*, *Anthocharis belia belia*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lycaena phlaeas*, *Cacyreus marshalli*, *Polyommatus bellargus*, *Celastrina argiolus*, *Lampides boeticus*, *Aricia agestis*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Pararge aegeria*, *Thymelicus acteon*, *Thymelicus hamza*, *Utetheisa pulchella* et *Rhodometra sacraria*.

La classification hiérarchique ascendante (CAH) à partir des distances euclidiennes basées sur la méthode « Ward » donne lieu de reconnaître les 2 entités, selon la droite de troncature choisie (-4,1) (Fig.58B).



**Figure 58.** Répartition et classification ascendante hiérarchique des papillons de jour dans le milieu naturel à travers l'analyse multivariée (DCA) durant la période 2010-2011.

**B :** Echantillonnage février 2010-janvier 2011.

## 4.2.11. Analyse en fonction des assemblages

### 4.2.11.1. Diagramme rang/fréquence des groupes

La structuration spatio-temporelle des différentes espèces de Papillons dans le milieu naturel a permis d'obtenir des assemblages suivant les stations d'étude pour chaque année d'échantillonnage. Pour cela, il est intéressant de tracer les courbes de diagrammes rang/fréquence, leurs positions et leurs formes nous révèlent la succession écologique pour laquelle les espèces choisissent pour arriver dans les stations conformément aux groupes d'assemblages respectifs (Fig.59 et 60). Un code est référé pour toutes les espèces de Papillons (Annexe 1).

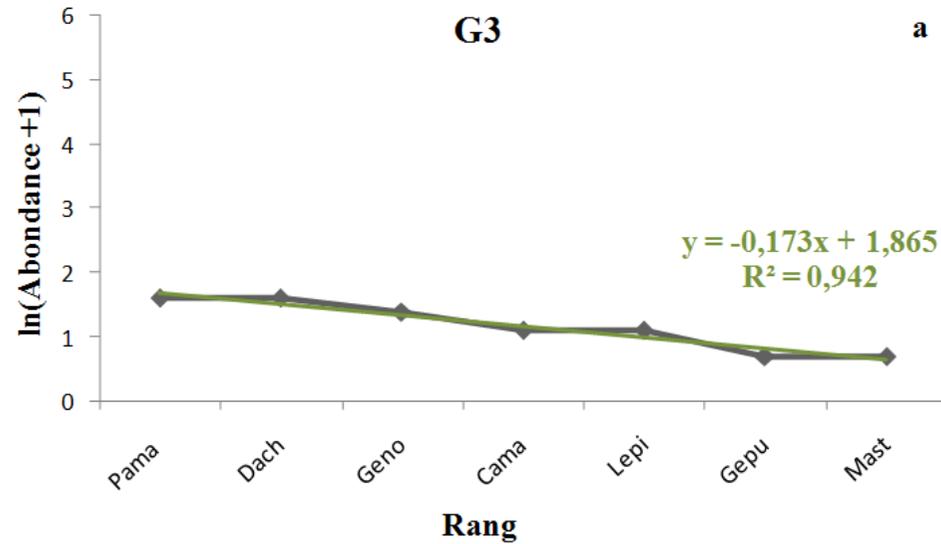
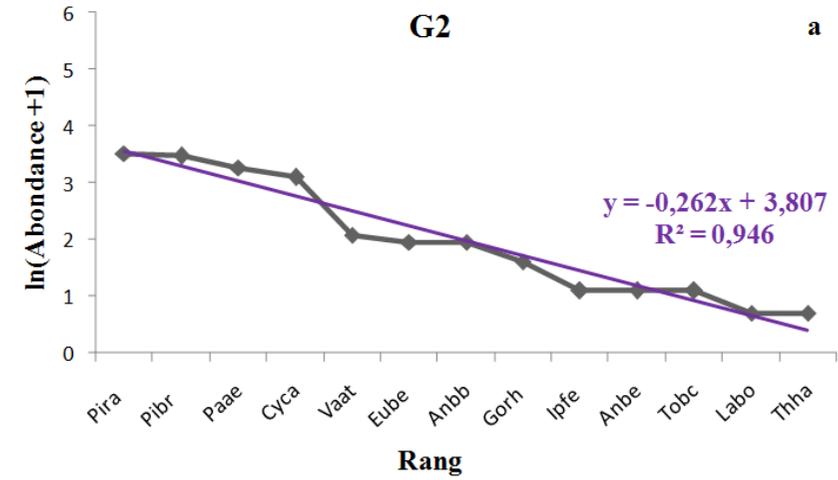
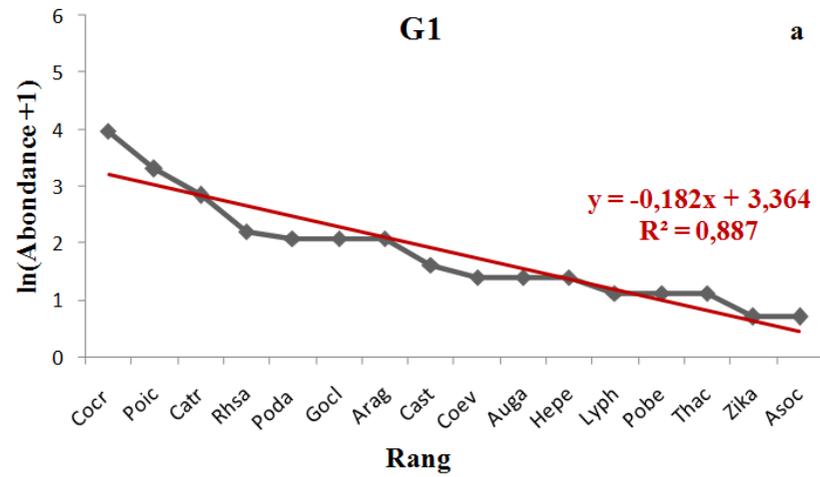
Pendant la première année de récolte (février 2009 à janvier 2010), et d'après l'analyse multivariée (DCA), trois groupes ont été évoqués.

Le premier groupe (G1) correspondant à la station «pelouse» indique une richesse de 16 espèces (Fig.59a), dont *Colias croceus* arrive la première, suivie de loin par *Polyommatus icarus* et *Carcharodus tripolinus*. Une série d'espèces s'installent par la suite avec des abondances plus au moins moyennes, il s'agit de *Rhodometra sacraria*, *Pontia daplidice*, *Gonepteryx cleopatra* et *Aricia agestis*. Enfin, les espèces ayant les plus faibles fréquences s'organisent comme suit : *Carcharodus stauderi*, *Colotis evagore*, *Autographa gamma*, *Heliothis peltigera*, *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus bellargus*, *Thymelicus acteon*, *Zizeeria karsandra* et *Aspitates ochrearia*.

Par ailleurs, le deuxième groupe (G2) renferme 13 espèces ayant une affinité pour le matorral haut. Le papillon qui prime sur cette entité est *Pieris rapae*, *Pieris brassicae* se range en 2<sup>ème</sup> position, suivie de *Pararge aegeria* et *Cynthia cardui*. La courbe indique une déviation accrue, ceci est du à l'écart du nombre d'individus par rapport aux autres papillons qui suivent, notamment *Vanessa atalanta*, *Euchloe belemia*, *Anthocharis belia belia* et *Gonepteryx rhamni* qui s'installent avec des abondances comparables. En dernier lieu on trouve ; *Iphiiclides feisthamelii*, *Anthocharis belia*

*euphenoides*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lampides boeticus* et *Thymelicus hamza*, ce sont les espèces qui possèdent les valeurs de fréquences les plus basses(Fig.59a).

Quant à l'ordre d'arrivée des 7 espèces du 3<sup>ème</sup> groupe (G3), représentant la station « matorral arboré dégradé » on remarque que *Papilio machaon* se met sur la même ligne que *Danaus chrysippus*, suivies par *Gegenes nostradamus*, *Cacyreus marshalli* et *Leptotes pirithous*. En dernier lieu on trouve ; *Gegenes pumilio* et *Macroglossum stellatarum* qui se rangent sur la même ligne avec la même valeur d'abondance (Fig.59a).

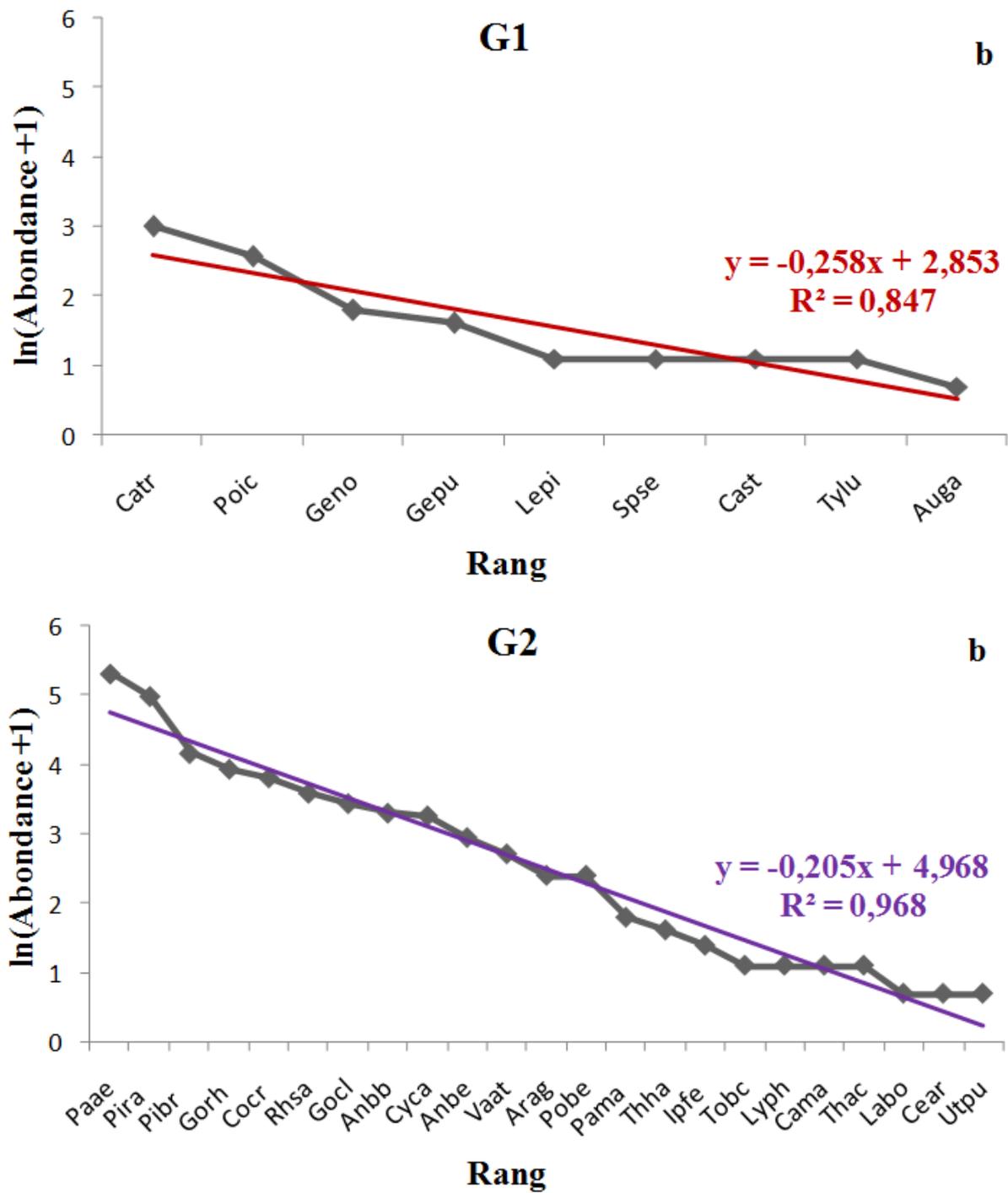


**Figure 59.** Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2009-2010.  
**a:** Echantillonnage février 2009- janvier 2010 ; **G1** : Groupe 1 ; **G2** : Groupe 2 ; **G3** : Groupe 3.

Pour sa part, l'analyse multivariée (DCA) appliquée aux espèces de Rhopalocères et Hétérocères diurnes recensées dans le Parc zoologique d'Alger durant la 2<sup>ème</sup> année d'échantillonnage (février 2010 à janvier 2011), a révélée la présence de deux assemblages. Les Papillons retrouvés dans chaque entité ont été explorés par les diagrammes rang/fréquence afin de positionner leur ordre d'arrivée écologique suivant leurs groupes respectifs.

Le premier groupe (G1) correspondant à la pelouse, il comporte 9 espèces dont *Carcharodus tripolinus* se classe la 1<sup>ère</sup> selon l'ordre chronologique, suivie par *Polyommatus icarus*. Bien après arrivent *Gegenes nostradamus* et *Gegenes pumilio* avec un écart d'un seul individu. *Leptotes pirithous*, *Spialia sertorius*, *Carcharodus stauderi*, *Tyta lucaosa* et *Autographa gamma* sont les dernières espèces qui caractérisent la station avec des fréquences faibles (Fig.60b).

Le deuxième groupe (G2) renferme la majorité des espèces, ces papillons ont été déterminés dans le matorral arboré dégradé et le matorral haut (MAD, MHA). Dans ce groupe, *Pararge aegeria* prend la première et suivi bien après par *Pieris rapae*. Après un grand décalage en termes d'abondance, *Pieris brassicae* accède ce groupe à la 3<sup>ème</sup> position. Une liste de papillons s'ensuivent, *Gonepteryx rhamni*, *Colias croceus*, *Rhodometra sacraria*, *Gonepteryx cleopatra*, *Anthocharis belia belia*, *Cynthia cardui*, *Anthocharis belia euphenoides*, *Vanessa atalanta*, *Aricia agestis* et *Polyommatus bellargus*. Enfin, les dernières espèces classées dans la courbe d'arrivée de cet assemblage ont des fréquences faibles, il est question de *Papilio machaon*, *Thymelicus hamza*, *Iphiclides feisthamelii*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lycaena phlaeas*, *Lycaena phlaeas*, *Thymelicus acteon*, *Lampides boeticus*, *Celastrina argiolus* et *Utetheisa pulchella* (Fig.60b).

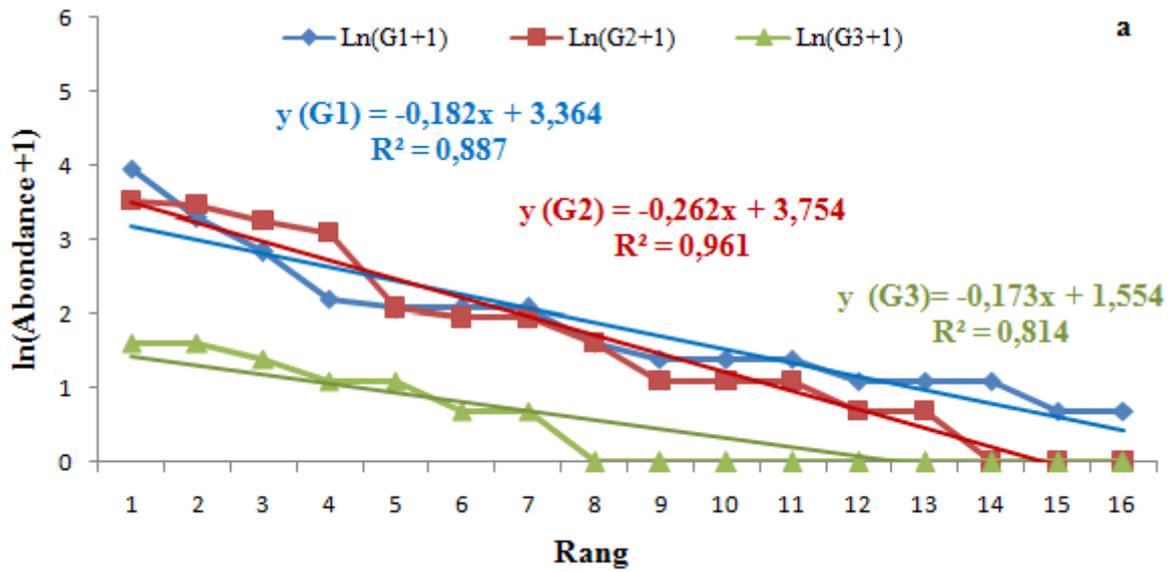


**Figure 60.** Ordre d'arrivée écologique des communautés de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2010-2011.

**b :** Echantillonnage février 2010- janvier 2011; **G1 :** Groupe 1 ; **G2 :** Groupe 2

#### 4.2.11.2. Homogénéité de la communauté du milieu naturel

Pour chaque assemblage, l'ajustement du Rang abondance (abondance transformée en Log) au modèle de Motomura a été examiné par les comparaisons des pentes des abondances et des stations grâce à l'utilisation de la procédure décrite dans PAST vers 1.81 (HAMMER *et al.*, 2001) (Fig.61a).



**Figure 61.** Diagramme Rang et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2009-2010.

a: Echantillonnage février 2009- janvier 2010.

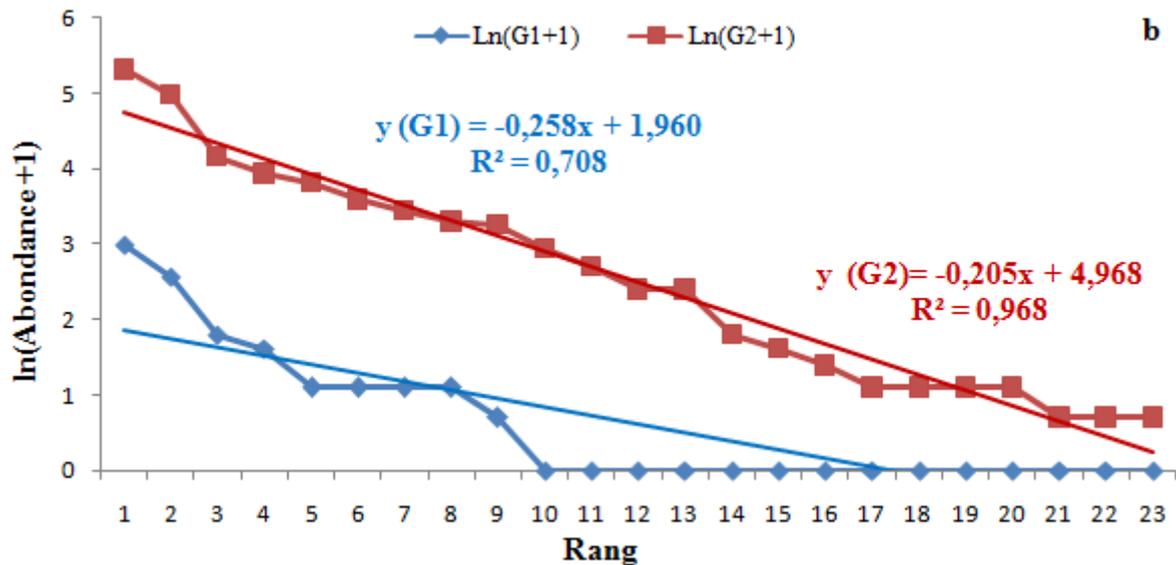
Les structures des 3 assemblages définis pour la première année de travail, ne sont pas conformes au modèle de Motomura car les probabilités calculées avec le test de Barlett sont non significatives entre les différents paires d'assemblages G1/G2, G1/G3 et G2/G3 (Tab.37).

**Tableau 37.** Ajustement au modèle de Motomura (Période février 2009-janvier 2010)

	G1 Assemblage PEL	G2 Assemblage MHA	G3 Assemblage MAD
<b>Pente</b>	-0,182	-0,262	-0,173
<b>Ajustement modèle Motomura</b>	$4,96 \times 10^{-8}$	$2,57 \times 10^{-8}$	$2,70 \times 10^{-4}$
<b>G1 : Assemblage PEL</b>			
<b>G2 : Assemblage MHA</b>	0,744 <sup>NS</sup>		
<b>G3 : Assemblage MAD</b>	0,706 <sup>NS</sup>	0,912 <sup>NS</sup>	

(<sup>NS</sup>) : Différence non significative.

Durant la deuxième année d'échantillonnage allant de février 2010 à janvier 2011, la combinaison des 2 assemblages décrits sont conformes au modèle de Motomura car les probabilités sont significatives dans les 2 assemblages (Fig.62b et Tab. 36).



**Figure 62.** Diagramme Rang/Fréquence et logarithme des abondances des espèces de Papillons dans le milieu naturel durant la période 2010-2011.

b : Echantillonnage février 2010-janvier 2011.

Les structures des 2 assemblages caractéristiques de la deuxième année d'étude, sont conformes au modèle de Motomura car les probabilités calculées avec le test de Barlett sont très hautement significatives entre la paire d'assemblage G1/G2 (Tab.38).

La comparaison de ces assemblages, nous indique une bonne organisation de la structuration de la communauté des Papillons pour cette année. A cet effet, les diagrammes révèlent une bonne information sur l'homogénéité de la structure des espèces de Papillons dans les stations étudiées.

**Tableau 38.** Ajustement au modèle de Motomura (Période février 2010-janvier 2011)

	G1 Assemblage PEL	G2 Assemblage MAD-MHA
Pente	-0,258	-0,205
Ajustement	$4,33 \times 10^{-4}$	$3,17 \times 10^{-17}$
G1 : Assemblage PEL		
G2 : Assemblage MAD-MHA	$3,32 \times 10^{-9***}$	

Les astérisques correspondent à des différences significative à 1 % (\*\*).

# **Chapitre V**

## **Discussions**

## Chapitre V : Discussions

La première partie des discussions, concerne l'analyse de la diversité des Rhopalocères et des Hétérocères diurnes des milieux agricoles et naturels de l'algérois. Dans la deuxième partie, notre démarche s'est voulue plus active afin de pouvoir juger de l'intérêt pratique des méthodes d'analyse de données, et plus particulièrement des méthodes multivariées, pour répondre à différents types de situations fréquemment rencontrées en écologie lepidoptérique.

### 5.1. Composition et diversité des Papillons de jour dans le milieu agricole

Le recensement de la lépidofaune dans le milieu agricole des cinq cultures de la région de Souachette (Rouiba), indique l'existence de 29 espèces, réparties en deux sous ordres, 8 familles et 27 genres. Cette diversité présente une part estimée à 24,16% par rapport aux 120 espèces de Papillons de jour présents en Algérie d'après TENNENT (1996) et SAMRAOUI (1996), et 6,26% par rapport aux 463 espèces de la Méditerranée (NUMA *et al.*, 2016). *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Colias croceus*, *Vanessa atalanta* et *Polyommatus icarus* sont les cinq espèces protégées par la loi algérienne. Cet inventaire reste encore incomplet ; il est évident qu'un certain nombre d'espèces ont échappé à nos observations et captures. En plus, nous avons prospecté uniquement cinq parcelles agricoles de la région de Rouiba. Cette richesse n'est pas exhaustive car d'autres localités sont encore non exploitées. Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

D'après les résultats trouvés, nous notons une prédominance des Rhopalocères. Ces derniers sont représentés par 24 espèces appartenant à cinq familles : les *Papilionidae*, les *Pieridae*, les *Lycaenidae*, les *Nymphalidae* et les *Hesperiidae*. Parmi ces familles, les *Pieridae* et les *Lycaenidae* sont les plus riches avec 7 espèces pour chacune, les *Nymphalidae* englobent 6 espèces. Alors que les *Papilionidae* et les *Hesperiidae* sont faiblement représentées avec seulement 2 espèces chacune. L'étude menée en zones arides et semi-arides dans la région de Bouira par FARHI et YAHIAOUI (2006), a indiquée la présence de 46 espèces de Rhopalocères et Hétérocères diurnes.

Le recensement des Papillons dans les cinq plantations montre que le maraichage est le plus abondant avec 927 individus (32,86%), les agrumes viennent au 2<sup>ème</sup> rang avec 711 individus (25,20%), les céréales et le verger de pêcher sont présents avec des abondances proches respectifs avec 419 et 401 individus, soit 14,85% et 14,21%. Enfin le verger de poirier renferme le plus faible effectif avec 363 individus (12,86%). Ces différences constatées peuvent être liées à plusieurs facteurs, notamment la diversité et la physionomie de la végétation, la disponibilité des ressources trophiques et les pratiques agricoles au niveau de chaque culture.

Au sein des familles, les *Pieridae* sont les mieux représentés avec 1954 individus (69,26% par rapport au nombre total des individus toutes espèces confondues). Suivis par les *Nymphalidae* avec 410 individus (14,53%), et les *Geometridae* avec 247 individus (soit 8,75%). Les autres familles sont faiblement représentées en termes d'individus. Lors de nos prospections, le papillon le plus fréquemment récolté est *Pieris rapae* qui montre une forte fréquence relative au niveau des cultures de ce site, avec un pourcentage de 56,54% (1595 individus), suivie par *Pararge aegeria* avec 281 individus (9,96%), *Rhodometra sacraria* occupe la troisième place avec 247 individus (8,75%), et *Colias croceus* occupe le 4<sup>ème</sup> rang avec 228 individus, soit 8,08%.

Concernant les variations spatiales au fil des deux années de travail, il ressort que les agrumes et le maraichage sont les plus riches en espèces avec respectivement 26 et 24 espèces, soit (89,65% et 82,65%). Suivis par le poirier et le pêcher avec des richesses spécifique très proches respectives de 18 et 16 espèces. Par contre les céréales ne renferment que 11 espèces, soit un pourcentage de 37,93. Il semble que les cultures arboricoles en général sont plus attractives pour les papillons de jours que les cultures basses. Par rapport aux travaux déjà réalisés sur la faune des Papillons de jours notamment en milieu naturels en Algérie (BERKANE, 2011 ; ARIFI et RAHMANI, 2011 ; BOUZARA, 2015). Nous pouvons dire que les agro-systèmes de l'algérois présentent une diversité moyennement importante avec des espèces qui ce sont bien adaptées à ces milieux anthropisés. MCKINNEY (2008) suggère que le développement urbain peut diminuer, mais aussi augmenter la richesse des espèces, en fonction du groupe taxonomique, de l'échelle spatiale d'analyse et de l'intensité de

l'urbanisation. La richesse des espèces locales dans les agroécosystèmes dépend souvent du paysage environnant (ROBERTSSON et *al.*, 1990 ; MARINO et LANDIS, 1996 ; JONSEN et FAHRIG, 1997, WEIBULL et *al.*, 2000 ; KERR, 2001) *in* (WEIBULL et ÖSTMAN, 2003).

Cette étude a permis de décrire la succession de présence des Papillons dans le temps et de mettre en évidence leur répartition dans l'espace en fonction des cultures prospectées. L'évolution des Papillons en termes d'abondance, durant les deux années d'étude ne varient pas dans une large mesure. On constate des tendances assez proches d'une année à l'autre (Fig.25 et 26). Les fluctuations temporelles de l'activité des papillons est importante en saison printano-estivale, qui coïncide avec des conditions climatiques favorables pour le vol des papillons mais surtout avec des ressources trophiques disponibles pour les papillons adultes notamment en terme de floraison de la majorité des plantes. MACQUEEN et *al.* (1986), indique que l'activité et le développement des insectes sont maximaux au printemps et en été. DENNIS (1991), suppose que les interactions entre les papillons et le climat sont également médiatisées via les plantes et les sources de nectar. Par contre, l'abondance des papillons de jour des milieux agricoles de Rouiba est moindre en saison automnal-hivernale, Ceci est certainement lié aux conditions climatiques défavorables et un niveau moindre de la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaire. Par ailleurs, THOMAS et *al.* (2011) indiquent que les papillons de jour sont fortement influencés par les caractéristiques de la végétation (disponibilité en nectar et en plante-hôte, structure et composition de la végétation), par le mode et l'intensité de gestion (fauche, pâturage, fréquence de fauche, chargement à l'hectare, fertilisation), par le type de sol et le microclimat. En effet, le climat méditerranéen est caractérisé par un été rigoureux (Chaud et sec), avec une sécheresse qui limite plus la croissance des plantes à deux courtes périodes au printemps et à l'automne (DUNN et *al.*, 1977 *in* STEFANESCU et *al.*, 2004), De même, (KUUSSAARI et *al.*, 2011 *in* PORTE, 2011) indiquent que le caractère polyculturel des Costières de Nîmes assure la présence de nombreuses friches herbacées qui accueillent une importante quantité d'arthropodes et qui sont reconnues comme étant favorables aux insectes pollinisateurs.

La variation au niveau de l'abondance d'une culture à l'autre a été démontrée par le test de Wilcoxon avec des corrélations significatives. Les effectifs augmentent en fonction des plantes hôtes et les ressources alimentaires. L'absence d'une diversité floristique dans les parcelles suite aux pratiques culturales limite les lieux de pontes des Papillons. A cet effet, les espèces ne se répartissent donc pas au hasard dans le continuum végétal; il se peut que la hauteur et la densité des végétations (les différentes strates) influent donc sur la dispersion spatiale des espèces à l'échelle parcellaire dans le cas de notre étude.

La biodiversité des arthropodes est liée à tous les facteurs susceptibles d'affecter leur survie et reproduction. Pour interpréter un tel résultat, TERRIEU et PRÉAULT-GRÉGOIRE (2015) indiquent que l'indice de diversité de Shannon-Weaver  $H'$  permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude quelque soit l'effectif échantillonné. Et l'indice de l'équitabilité permet de comparer des milieux très différents. Par ailleurs, DAGET (1976) signale qu'avec les indices de diversité, il est possible d'établir une comparaison de la structure de plusieurs peuplements et leur variation seulement dans l'espace. A cet effet, pour affiner notre étude, nous avons estimé la biodiversité en utilisant différents indices écologiques (indice de diversité de Shannon-Weaver  $H'$ , de Simpson  $D$ , indice d'équitabilité  $E$  et de Simpson  $ES$ , et l'indice de Hill). Et selon LAKKIS (1990), le calcul des indices de diversité dépend tout d'abord de la qualité et des fréquences de l'échantillonnage. Nos résultats font ressortir que les agrumes sont les plus diversifiés, le poirier le plus équilibré et les céréales présente une régularité dans sa communauté de papillons. RANDS et SOTHERTON (1986), suggèrent selon les observations présentées dans leur étude que l'utilisation des pesticides sur les céréales peut réduire le nombre de papillons sur les terres agricoles arables mais des travaux supplémentaires sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse. On peut conclure que les évolutions des indices écologiques entre les deux années de travail (octobre 2009-septembre 2011), pour les cinq cultures étudiées, ne sont pas très différentes. Ceci peut être interprété par un pas de temps de 2 ans qui semble insuffisant pour mettre en évidence des changements de composition et de structure du paysage, notamment dans un territoire à caractère agricole. On peut alors émettre l'hypothèse que les évolutions, sur un pas

de temps plus important (3 ans et plus) soient plus notées et par conséquent auront plus de probabilité d'être significantes. HARDY et DENNIS (1999), évoquent que l'urbanisation aurait un effet direct sur les plantes hôtes et affecterait indirectement les espèces de papillons.

La similarité de Sorensen employée dans les cinq cultures du milieu agricole, a fait ressortir la présence d'une forte similarité entre les agrumes/ maraichage avec un pourcentage de 80%. Ce taux important s'explique par l'existence d'espèces végétales communes et la proximité des deux cultures permet l'accès à un nombre important d'espèces communes ; *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Colias croceus*, *Cynthia cardui* et *Pararge aegeria* etc. ainsi que le degré de l'ouverture du milieu. Par contre, la valeur de ce coefficient est faible, entre les agrumes/céréales allant de 45 à 56%, la distance entre les deux cultures est éloignée et les physionomies végétales disproportionnées (Herbacé et Arboricole) ont induit à un accès distinct aux ressources pour les espèces de Papillons.

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 décomposé les communautés de Papillons identifiées en espèces généralistes ou en spécialistes, dont la diversité peut être influencée par la structure du paysage, ou le comportement des espèces elles mêmes. D'après TAYLOR et FAHRIG (1993), les généralistes ont besoin d'une certaine quantité de ressources par unité de temps. Si les taches paysagères sont trop petites, ils doivent atteindre cette quantité en visitant plusieurs et ils améliorent la connectivité entre ces taches. Inversement, JONSEN et FAHRIG (1997), notent que les espèces spécialistes sont dépendantes d'un nombre bien plus limité de ressources. La diversité du paysage ne devrait donc pas avoir l'impact sur leur richesse spécifique, au sein d'un habitat donné. PINNA (2010), écrit que la prédominance des papillons généralistes au mont Royal peut s'expliquer par l'historique des perturbations du milieu (induisant notamment des changements quant aux plantes hôtes présentes) et par la plasticité écologique des espèces généralistes relativement au stress des environnements urbains. Dans le même sens, les champs cultivés sont bénéfiques à certains papillons spécialisés qui sont sensibles à la simplification des paysages et peut être une option

pour accroître la biodiversité, en particulier dans les paysages agricoles simplifiés (OHWAKI *et al.*, 2014). Cependant, les préférences des Papillons pour un habitat particulier peuvent s'expliquer par des facteurs biotiques tels que le type de végétation. Les comportements des généralistes ou au contraire des spécialistes apparaissent alors clairement.

Le statut écologique constituant les communautés des espèces de papillons par l'utilisation de l'analyse des classes de constance ; accidentelles, accessoires, régulières, constante ou omniprésentes. Leurs appartenances à telle ou telle catégorie varient suivant les espèces, les années et les cultures. Quasiment les cinq plantations sont dominées par les espèces accidentelles.

Les données relatives à la relation de la richesse et de l'abondance montrent des tendances très similaires des valeurs de l'indice de diversité. Les facteurs impliqués dans l'influence des échelles spatio-temporelles n'agissent pas aussi de la même façon sur ces communautés (JONSEN et FAHRIG, 1997 ; FAHRIG et JONSEN, 1998 ; ZABEL et TSCHARNTKE, 1998 ; STEFFAN-DEWENTER et TSCHARNTKE, 2000 ; SCHMIDT et ROSCHEWITZ, 2005). Un facteur très déterminant pour la richesse spécifique d'une espèce pourrait en effet être peu ou pas déterminant pour celle de l'autre. Il semble probable que les variations enregistrées reflètent les changements dans les niveaux de communautés, mais cela ne peut pas être certain. Certaines espèces de papillons sont très mobiles, donc difficiles à capturer ; et d'autres peuvent être des migratrices.

## **5.2. Ordre d'arrivée des Papillons de jours dans les différentes parcelles agricoles**

Il ressort de nos résultats, un ordre d'arrivée différent des communautés de papillons pour chaque culture. Cependant, nous avons mis en évidence que les différentes espèces parviennent toutes sur des ressources au sein des cinq plantations avec un décalage d'accession plus au moins varié, se traduisant par une différence dans le timing d'arrivée des papillons. Dans chaque culture, on peut préciser que certains spécimens sont primeurs par rapport à d'autres, et le décalage d'arrivée entre les espèces sur les cultures est apparent. Cela peut être expliqué par l'apparition de ces

dernières soit en relation avec les conditions climatiques en relation avec une précocité ou à un retard du développement phénologique des plantes, soit à la densité du couvert végétal dépendant des travaux culturaux réalisés (différentes opérations d'entretien). La synthèse de ces résultats d'observation nous permet de mieux appréhender le concept de fenêtre phénologique de susceptibilité qui a été particulièrement étudié à partir d'insectes folivores (EIDT et LITTLE, 1970; COLLINGE et LAUDA, 1989; MACLAUHLAN et BORDEN, 1995 in CHABOT, 2008) et plus particulièrement chez les lépidoptères. En outre, les papillons réagissent rapidement aux changements, exemple l'abondance ou la répartition des plantes alimentaires larvaires ou des ressources de nectar pour les adultes (SUTCLIFFE et *al.*, 2003). En effet, les sources de nectar diminuent à la fois par la réduction de la floraison et par une viscosité accrue du nectar, réduisant potentiellement la longévité des adultes et la fécondité chez ces espèces (exemple *Maniola jurtina*, *Aphantopus hyperantus*) (DENNIS, 1991) qui dépendent du nectar pour la production d'œufs (MURPHY et *al.*, 1983 in DENNIS, 1991). Pour la présente étude, on peut conclure que le type de culture, la densité du couvert végétal, les stades végétatifs, la mobilité et l'adaptabilité des espèces influent sur la répartition et l'abondance des papillons, conduisant ainsi les espèces à modifier leur classement chronologique écologique selon les fenêtres de susceptibilité tout au long des stades phénologiques des différentes spéculations (croissance, floraison, nouaison feuillaison et défeuillaison poussées de sève).

Les courbes de vol des espèces de Papillons de jour dans le milieu agricole ont été choisies sur la base de leurs ordres d'arrivée chronologique et leurs barycentres *g*. OWEN (1971) pense qu'un grand nombre de plantes fleurissent pendant toute l'année, surtout si elles sont arrosées pendant la saison sèche, puissent fournir une abondante source de nourriture pour de nombreuses espèces adultes de papillons. TOLMAN et LEWINGTON (1999 ; 2009), indiquent que les papillons réagissent instinctivement aux stimuli spécifiques tout autant qu'aux modifications saisonnières et aux autres changements dans leur environnement. Par ailleurs POLLARD (1977), suggère que de nombreuses espèces sont très mobiles et l'attraction des papillons adultes est reflétée largement aux plantes à fleurs. Dans la présente étude, la Piéride de la rave (*Pieris rapae*) est notée comme espèce constante dans la quasi-totalité des cultures. C'est

l'espèce primo arrivant dans les cinq plantations durant les deux années d'étude. En général, il ressort de nos résultats que ce papillon ait des abondances les plus élevées en septembre-octobre, avril-mai et juin-juillet dans ce milieu agricole, qui sépare clairement trois générations distinctes. Ce papillon est présent partout et dans tous les écosystèmes, c'est une espèce polyphage (TARRIER et DELACRE, 2008). Elle est abondante en Afrique du Nord, espèce polyvoltine (TOLMAN et LEWINGTON, 2009). ALBOUY et BALITEAU (2013) indiquent que c'est l'un des seuls papillons que l'on peut encore voir voler couramment. Par ailleurs, BELLMAN (2008) note que ce papillon fréquente les milieux ouverts, jardins et cultures maraichères et elle peut donner jusqu'à 4 générations par an. D'après OWEN (1971), qu'en Afrique tropicale, de nombreux papillons apparaissent comme des adultes pendant toute l'année, mais avec des pics saisonniers dans l'abondance que d'une manière ou d'une autre sont associés avec l'alternance de saisons sèches et humides.

La Piéride de la rave est suivie par le Tircis, *Pararge aegeria* dans le maraichage et les agrumes. Dans le cas de notre étude, cette espèce s'est avérée régulière durant la première année de travail, et constante durant le deuxième an (octobre 2010-septembre 2011). Le Tircis s'est manifesté discrètement dans ce milieu anthropique, son maximum atteint est de 18 individus. Pratiquement sa présence est marquée durant les mois d'avril-mai-juin et juillet. C'est une espèce abondante en Afrique du Nord, fréquente les allées des bois, les buissons, les lieux ombragés, les jardins, les lisières et les forêts ouvertes (LERAUT, 1992). Les auteurs TENNENT (1996) ; TOLMAN et LEWINGTON (1999, 2009) mentionnent que ce papillon est bi ou trivoltin, présent de mars ou fin février/décembre, selon la latitude et l'altitude. Par ailleurs, POLLARD (1982) note que le Tircis (*Pararge aegeria*) ne montre aucune réponse claire pour une direction. De même DEMERGES (2002) indique que quelques espèces de papillons ne caractérisent pas ou peu les milieux ouverts, donc cet auteur les a exclues du cadre de son étude et parmi ce groupe l'espèce *Pararge aegeria*.

Dans les vergers de poirier et de pêcher, *Colias croceus* succède à l'arrivée de *Pieris rapae*. Son vol maximum est noté pour les mois de mai-juin-juillet. D'après TOLMAN et LEWINGTON (2009) et TENNENT (1996), ce lépidoptère nommé le

souci est un papillon Polyvoltin, de mars à septembre/octobre, en générations successives, en région méditerranéenne chaude.

Quant aux céréales, on note que *Rhodometra sacraria* suit la piéride de la rave durant les deux années de travail. Sa présence se manifeste également dans les diagrammes rang/fréquence du verger de poirier durant la 2<sup>ème</sup> année de prospection. Ce papillon est un Hétérocère diurne, sa période de vol est notée pour les mois de juillet-août-septembre et octobre avec un maximum de 15 individus. D'après ROBINEAU (2007), la Phalène sacrée, est une espèce variable, cosmopolite, migratrice. Elle fréquente les friches, le maquis ainsi que le littoral. Souvent actif le jour, l'imago vient également à la lumière. La chenille, polyphage et au développement très rapide, se nourrit sur divers Asteraceae, Rosaceae, Chenopodiaceae...Hiverné à différents stades. Sa période de vol : mars-septembre, espèce plurivoltine.Par ailleurs, KING et MONTESINOS (2014), indiquent que *Rhodometra sacraria* est une espèce migratrice importante, et peut être considérée comme synanthropique.D'après les travaux de GROSSER et MEIER (1986), ce papillon de nuit qui débusque la journée, indique des exigences élevées en chaleur. Le nombre de génération dépend de la température et qui est, potentiellement polyvoltain. Par conséquent, La menace imposée par les espèces migratrices se rapporte non seulement à leur mobilité, mais aussi à leur adaptabilité. Pour cette raison, Les espèces qui ont généralement moins de mobilité, sont plus spécialisées dans les besoins en matière d'habitat (SPARKS et *al.*, 2007).

### **5.3. Répartition et structure des communautés des Papillons de jour dans les parcelles agricoles**

Le modèle successional des assemblages obtenus pendant les deux années d'échantillonnage relatifs aux différentes cultures représenté par la DCA a indiqué que la lépidofaune semble réagir différemment à travers le gradient d'évolution phénologique de la plante durant la période d'étude et que certaines variations supplémentaires correspondantes aux données climatiques du milieu pourrait être significatives afin de comprendre la distribution des espèces de papillons.

L'hétérogénéité du paysage est également un paramètre récurrent dans les études pour expliquer l'assemblage des arthropodes. Il a été montré, à plusieurs reprises, qu'un paysage hétérogène, était associé à une plus grande richesse spécifique d'arthropodes, notamment pour les papillons (KERR, 2001; WEIBULL, BENGTSSON et NOHLGREN, 2000; WEIBULL, OSTMAN et GRANQVIST, 2003 *in* MAISONHAUTE, 2010). En outre, les insectes réagissent fortement à l'évolution du paysage le long d'un gradient de l'intensité agricole (BUREL et *al.*, 1998). Par ailleurs, DUELLI et OBRIST (2005) citent que la composition floristique d'une zone donnée influence également les populations d'arthropodes car la végétation constitue une ressource alimentaire pour nombre d'entre eux, représentés par les pollinisateurs et les herbivores. Il en résulte, que des relevés botaniques sont nécessaires afin d'expliquer l'hétérogénéité spatiale des populations d'arthropodes (DUELLI et *al.*, 1999). POLLARD (1982) pense qu'il existe une possibilité d'interaction entre les espèces par la concurrence. Dans cette présente analyse, tout comme pour les arthropodes en général, l'assemblage des Papillons de jour dans l'écosystème agricole peut s'expliquer par des facteurs intervenant à des niveaux plus ou moins larges. Par conséquent, il est possible d'intégrer les pratiques culturales, les caractéristiques environnementales locales afin d'argumenter les différences d'abondance ou diversité de Papillons au sein de différentes cultures étudiées. SUTCLIFFE et *al.* (2003), notent que dans un paysage fragmenté, le mouvement, la capacité de dispersion sont des facteurs importants pour déterminer quelles sont les espèces capables de persister. En outre, une grande partie de la variation dans la distribution des papillons expliquée par la végétation ne peut pas être expliquée comme une variation spatialement structurée, qui met l'accent sur l'importance des conditions locales (SAWCHIK et *al.*, 2003). La particularité des différents groupements de Papillons suivant les cultures peut être aussi expliquée par les modifications phytochimiques opérés au niveau des feuilles des plantes par rapport aux autres cultures durant les saisons de croissance, ceci induit l'accueil d'une diversité importante d'espèces. Il est à noter aussi, une continuité de communauté affectée par la variation saisonnière du feuillage des plantes, en plus ils leur apportent un avantage au niveau de leur fitness et abondances temporelles sur des niches écologiques bien distinctes afin d'exploiter au maximum les ressources

alimentaires. Les résultats obtenus relatifs aux diagrammes Rang/fréquence au niveau des différents assemblages décrits par la DCA, indiquant une arrivée des communautés des Papillons variée, pour la raison que les espèces ont généralement moins de mobilité et sont plus spécialisées dans leurs besoins en matière d'habitat. Par contre, DENNIS (1991), juge que les données sur la mobilité et la capacité de colonisation de la plupart des espèces sont rares et les méthodes de recherche les plus utilisées sont totalement inadéquates pour étudier la dispersion.

#### **5.4. Diversité biologique et structure de la lépidofaune associée aux habitats du milieu naturel**

Au niveau des trois stations (pelouse, matorral arboré dégradé et matorral haut) du Parc zoologique d'Alger, les Rhopalocères dominent, avec 33 espèces contre 7 espèces d'Hétérocères diurnes, soit 40% du total des espèces recensées en Algérie (TENNETT, 1996), et 8,64% de la totalité des Papillons recensés en Méditerranée (NUMA et *al.*, 2016). Les Rhopalocères sont représentés par 5 familles ; Les *Papilionidae*, les *Pieridae*, les *Lycaenidae*, les *Nymphalidae* et les *Hesperiidae*. Les deux familles *Pieridae* et *Lycaenidae* sont les plus riches avec 10 espèces chacune. Les *Hesperiidae* renferment 7 espèces. Les *Nymphalidae* sont présents avec 4 espèces, alors que les *Papilionidae* se classent en dernière position avec 2 espèces. Parmi les spécimens répertoriés au Parc zoologique d'Alger, nous notons l'existence de 6 espèces protégées par la loi algérienne : *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Colias croceus*, *Gonepteryx rhamni*, *Vanessa atalanta* et *Polyommatus icarus*. L'étude menée par GRILL et CLEARY (2003) a permis d'enregistrer un total de 2855 individus appartenant à 75 espèces et à cinq familles (*Papilionidae*, *Lycaenidae*, *Pieridae*, *Nymphalidae* et les *Hesperiidae*) au cours de la période d'échantillonnage à travers une gamme de sept types d'habitats (prairie humide et sec, de pins, de chênes et de forêt mixte, pâturées, et des terres agricoles) dans la Réserve Naturelle Grècque «Dadia ».

A l'échelle des familles, la communauté des Papillons présente une diversité biologique relativement forte avec 9 familles appartenant à deux sous ordre.

Cependant elle se caractérise par une inégale distribution des abondances entre ces sous ordres. En effet, sur les 9 familles recensées, les *Pieridae* avec 50,90 % (871 individus) ont été les plus abondants, suivis par les *Nymphalidae* avec 504 individus (29,45%) et les *Lycaenidae* avec 8,06% (138 individus). La dominance numérique des *Pieridae* pourrait s'expliquer par le fait que le Parc zoologique avec les trois stations prospectées sont des habitats potentiellement propices au maintien de denses réseaux trophiques, la présence de plusieurs strates de végétations avec une couverture considérable pouvant être des importantes niches écologiques pour les espèces de cette famille. Dans l'ensemble des stations prospectées, 40 espèces de Papillons ont été identifiées. Cinq papillons ont été numériquement les plus représentés et les plus fréquents dans nos relevés. *Pararge aegeria* est l'espèce dominatrice dans ce type de milieu avec une abondance relative de 19,58% (335 individus), suivie par *Pieris rapae* avec 296 individus (17,30%) ; *Pieris brassicae* avec 186 individus (10,87%), *Colias croceus* avec 163 individus, soit un pourcentage de 9,52%, et *Cynthia cardui* avec 122 individus (7,13%).

Du point de vue des variations spatiales, les effectifs totaux sont assez différents d'une année à l'autre lors des deux années de suivi. Ceci peut être expliqué par les fluctuations de l'abondance des différents taxa d'une année à l'autre. Concernant les variations inter-stations il ressort que le matorral arboré dégradé et la pelouse sont les plus riches en espèces avec respectivement 34 et 33 espèces, mais aussi en individus avec respectivement 671 et 610 individus. Cela tient au fait de la richesse et de la diversité végétale et l'ouverture du milieu qui offre plus de possibilité à la présence de ces espèces dans ces deux types d'habitats. Il semble aussi qu'une préférence alimentaire au dépend d'une catégorie bien précise de végétaux, devient plus avantageuse pour les papillons à cause de l'abondance et la permanence de ce type de plantes dans ces stations. A cet effet, (CLAUDE, 1995) note que la forêt représente le milieu le plus vaste actuellement habitable pour la plus grande partie des espèces. Il est à noter, la pauvreté tant en espèces qu'en individus du matorral haut (23 espèces et 430 individus).

L'évolution de l'abondance des espèces de Papillons est marquée par une fenêtre temporelle de leur activité qui est maximale en mars, mai et septembre, pour les trois

stations étudiées, et cela en relation avec les conditions climatiques, la densité et la disponibilité des espèces végétales. Généralement, au printemps, période de pleine floraison des plantes, correspond à une forte abondance d'insectes et parmi eux les Papillons de jour. Le suivi temporel montre une décroissance notée pratiquement pour le reste des mois de l'année. Selon DENNIS (1991) il est clair que l'impact de l'évolution du climat varie d'une espèce à l'autre. Également entre les régions, en fonction des tolérances et de la flexibilité des espèces. Des probabilités significatives ont été signalées par l'utilisation du test de Wilcoxon. Selon CLAUDE (1995), les petites clairières sont également très utiles. Les bords des routes forestières sont habités par beaucoup de chenilles de mai à juillet. Les papillons ont besoin de faire de bonnes réserves de nourriture pour pouvoir vivre tout au long de l'hiver (JENNERTSEN, 1980 *in* APPELQVIST *et al.*, 2001).

D'après FEESTA *et al.* (2011), la mesure de « La qualité de la biodiversité » nécessite une analyse de données basée sur une série d'indices que l'utilisation d'une seule mesure comme la richesse en espèces. Par ailleurs, la précision des calculs de diversité dépend de la qualité et de la régularité des prélèvements ainsi que du sous-échantillonnage et du comptage (LAKKIS, 1990). Pour la présente étude, nous avons appliqué différents indices écologiques ; indice de diversité de Shannon-Weaver  $H'$ , de Simpson  $D$ , indice d'équitabilité  $E$  et de Simpson  $ES$ , et l'indice de Hill afin d'estimer la diversité présente dans le Parc zoologique. Suite à ces analyses, il s'avère que le matorral arboré dégradé et la pelouse présentent les valeurs les plus élevées de la diversité, par contre les communautés des papillons ne sont ni équilibrées ni régulières. D'après LAKKIS (1990), un indice de diversité élevé reflète une certaine stabilité du peuplement au sein de l'écosystème alors qu'une diversité faible indique une instabilité liée à une biomasse élevée. Alors que BARBAULT (1981), note que la diversité spécifique des plantes peut être par elle-même une cause importante de la diversité de certains peuplements d'insectes. Cependant, l'échelle du temps est en effet importante pour étudier la structure d'un écosystème (LAKKIS, 1990).

Pour comparer la diversité entre les trois stations, nous avons utilisé l'indice de similarité de Sorensen, afin d'évaluer la ressemblance existante pour chaque couple. Il ressort des résultats la présence d'une similarité appréciable entre les trois stations

étudiées du Parc, et la valeur la plus élevée est notée pour la pelouse/matorral arboré dégradé avec 83%, toutes les deux stations présentent des milieux ouverts, riches en espèces végétales appréciées par un nombre important de Papillons. Quant au matorral haut, il présente des valeurs plus au moins faibles, ce qui peut être expliqué par la fermeture du milieu, la présence moindre de la strate herbacée peut être aussi une cause expliquant un tel résultat.

La comparaison des amplitudes d'habitat des espèces dans une succession doit se faire en rapportant des valeurs d'AH aux types de biotopes que les espèces exploitent et à la façon dont ceux-ci ont été définis. Les paramètres **g** et **AH** sont très commodes car ils autorisent une ordination objective des espèces, ils permettent d'entrevoir l'ordre dans lequel les espèces se succèdent vraisemblablement (BLONDEL, 1979). Et les espèces animales des communautés ne sont pas strictement inféodées à ces types de milieux comme en témoigne les mesures d'amplitude d'habitats (BLONDEL, 1995). Et la dimension spatiale des écosystèmes est importante parce que les communautés ne sont qu'un sous-échantillon à l'intérieure d'un pool régional d'espèces qui constituent le cortège théorique potentiel (BLONDEL, 1995 ; ERIKSSON, 1993 *in* ALARD, 1998). Dans la présente étude, avec une richesse relativement de 40 espèces, cette communauté est dominée par des espèces généralistes (Polyphages), ces résultats portent à se poser la question sur la capacité de ce milieu naturel altéré à conserver sa faune de papillons. Selon FLICK *et al.* (2012), les Papillons utilisent couramment différents types d'habitat pour obtenir les ressources nécessaires. DENNIS (1991), évoque que la survie de la plupart des papillons sera dépendante à la fois de leur capacité à se localiser et suivre les habitats et leurs obligation de le faire. A cet effet, l'étude des variations de l'amplitude d'habitat des espèces a mis en évidence une augmentation de l'AH moyenne entre 2,36 et 2,39, habitat au-delà de lequel il se stabilise. Le fait que l'amplitude d'habitat des espèces ne change pas entre 1,49 et 2,99 ceci est dû peut être à une homogénéisation de la composition floristique du Parc zoologique.

Le nombre total des individus de chaque statut écologique dans les différentes stations et leurs pourcentages relatifs, relatent la répartition des constances de classes dans notre aire d'étude. Compte tenu de l'importance accordée aux interactions qui ont

lieu entre l'habitat et les différentes communautés de Papillons dans le Parc zoologique, nous nous sommes rendu compte que la majorité des papillons recensés au niveau des trois stations, (plus de 50 %) sont qualifiées d'accidentelles. Ces résultats corroborent avec ceux trouvés par BERKANE (2011), dans le Parc national de Taza à Jijel où les espèces dans les différentes stations étudiées sont très rares ou accidentelles.

Les résultats portant sur la relation richesse-abondance des Papillons des différentes stations, semblent confirmer l'influence des dimensions spatiales sur les communautés de Papillons et mènent à se questionner quant à l'utilité d'analyser les corrélations de certaines variables telles que l'abondance et la richesse. SCHNEIDER et al., (2003) ; OCKINGER SMITH, (2006) in FLICK et al., (2012) indiquent qu'ils n'ont pas trouvé d'effets significatifs de trois variables (richesse et abondance des fleurs, et l'intensité de la circulation). 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 (SAWCHIK et al., 2003). VILLEMÉY (2015), a signalé que la richesse spécifique et l'abondance des communautés de papillons sont plus faibles dans les éléments linéaires enherbés (bords de route et bandes enherbées) que dans les prairies.

### **5.5. Ordre d'arrivée des Papillons de jour dans les différentes stations**

La structuration des communautés de Papillons a été également vérifiée par l'ordre d'arrivée des espèces sous l'effet de la dimension spatiale. L'analyse des communautés montre donc que les espèces se répartissent très inégalement sous l'effet des abondances trouvées. Il est à signaler que *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Colias croceus*, *Cynthia cardui* et *Pararge aegeria* sont les premières espèces apparues dans les différentes stations durant la période de récolte, elles présentent de forte valeur d'abondance. Le type d'habitat, le couvert végétal, la mobilité des espèces ; en plus de la disponibilité en plantes nourricières peuvent influencer leur afflux. De plus, Ces diagrammes traduisent la situation d'un peuplement à un moment déterminé beaucoup

plus précisément qu'un simple indice de diversité et nous permettent de définir les étapes d'une succession (LAKKIS, 1990). FLICK et *al.* (2012) ont montré que les espèces de papillons répondent peut-être à la structure du paysage principalement qu'à l'étendue spatiale de leurs mouvements quotidiens.

Ils semblent être intéressants de relater les courbes de vols des deux premières espèces vu l'importance de leur occurrence et leur barycentre **g**.

*Colias croceus* est le premier papillon apparu au niveau de la pelouse. Il a marqué une présence importante durant la 1<sup>ère</sup> année de récolte, avec un maximum de vol au mois de novembre avec 17 individus. Il se trouve dans tous les bioclimats, de préférence en milieux ouverts et florifères. Multivoltin dans les conditions favorables (TARRIER et DELACRE, 2008) ; c'est un papillon à vol rapide, présent de mars à octobre (JACKSON, 2015), il possède deux à quatre générations par an (ALBOUY, 2001), polyphage sur un large spectre de *Fabaceae*. L'imago est un butineur généraliste de toutes sortes de plantes basses, sauvages et cultivées. (TARRIER et DELACRE, 2008). Chronologiquement, *Cynthia cardui* alterne avec le souci dans cet habitat, elle est rencontrée pratiquement durant toute l'année (février 2009-janvier 2010), le maximum de son vol est noté en mai avec 11 individus. Cette espèce est originaire d'Afrique du Nord (THOMAS, 2009), elle se déplace facilement (ALBOUY, 2001). C'est un migrateur hivernant (BELLMANN, 2012), La chenille est polyphage (THOMAS, 2009), la période de vol est observée d'avril à octobre, avec deux à trois générations par an (ALBOUY, 2001). Cette vanesse fréquente les pelouses, friches des bords de route, les milieux ouverts, secs et les jardins (THOMAS, 2009). Cette espèce a suivi l'homme jusqu'en Amérique du Nord et en Australie, et peut être vu partout (ALBOUY, 2001), *Pieris rapae*, est une espèce qui mérite d'être citer ; ce petit papillon blanc rencontré dans les trois habitats du Parc Zoologique. Il inaugure l'entrée des espèces dans la pelouse et le matorral arboré dégradé durant la deuxième année de travail alors qu'au niveau du matorral haut, tantôt c'est le primo, tantôt le second. D'une manière générale, il a marqué son maximum de vol durant les mois d'avril-mai-et juin. Ce papillon est suivi directement par *Pararge aegeria*, il occupe le 1<sup>er</sup> rang dans le matorral haut. Le maxima de son vol est atteint aux mois de mai-juin-octobre et décembre. Le Tircis est un papillon forestier (HAAHTELA et *al.*,

2012), il affectionne les bois ombragés, les lisières de forêts, les clairières, les haies et les buissons, et vole en ville, dans les jardins. Les imagos apparaissent en deux ou trois générations annuelles. Ils se nourrissent des écoulements de sève et du suc des fruits avancés (MARTIRÉ et *al.*, 2016). Il visite rarement les fleurs (HAAHTELA et *al.*, 2012). Les jeunes chenilles se nourrissent pendant la journée, et leurs plantes hôtes sont les Poacées et les Cypéracées (MARTIRÉ et *al.*, 2016). Dans les diagrammes rang/fréquences, il faut aussi noter l'importance de *Pieris brassicae*, elle est 1<sup>ère</sup> dans la rangée d'arrivée au niveau du matorral arboré dégradé et en 2<sup>ème</sup> place au matorral haut. Ce papillon blanchâtre dominant aux taches noires, atteint son maximum de présence aux mois de mai et octobre, ce qui permet de distinguer deux générations. Selon (ALBOUY, 2001), il fréquente tous les habitats, victime des insecticides et se fait plus rare, sa période de vol va de mars à octobre, avec deux à quatre générations/an et les plantes hôtes des chenilles sont les diverses crucifères. Pour son habitat, THOMAS (2009), note les prairies, les cultures maraichères, friches, et les jardins.

## **5.6. Distribution des Papillons de jour dans les différentes stations**

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) associée à l'analyse des correspondances redressées (DCA) ont été réalisées pour déterminer les différents assemblages pouvant apparaître. Les dendrogrammes issus de la CAH (Fig.57 et 58) résultent du classement des espèces en fonction de l'abondance et de leur occurrence dans les trois stations et met en évidence de grandes unités fondamentales des groupes trophiques à large distribution et d'autres plus inféodées à certains habitat.

L'analyse de la distribution des Papillons permet de mieux interpréter les affinités des assemblages lépidoptériques : l'assemblage MAD, MHA ou MAD+MHA est associé à une végétation de strate arbustive et arborescente tandis que l'assemblage PEL est associé à la formation de strate herbacée. Cela pourrait expliquer la richesse relative de chaque entité. DAJOZ (1985), précise que le regroupement des individus d'une population est souvent la manifestation de comportement varié telles que la

défense contre les prédateurs, la protection contre le froid, le vent et la recherche de la nourriture. La structure du milieu est un élément particulièrement important (LANDOLT, 1971 *in* BORGES et MOTHIRON, 2006). Par ailleurs, ALBOUY et BALITEAU (2013) notent que quelques espèces sont liées aux bois et aux forêts et se trouvent également le long des haies ou dans les parcs et les jardins arborés. Les papillons ont besoin non seulement de plantes nourricières des chenilles et de sources de nectar pour les imagos, mais aussi d'endroits ensoleillés, de places de repos, de nymphose et d'hivernage, ainsi que de lieux de rencontre (LANDOLT, 1971 *in* BORGES et MOTHIRON, 2006). SUTCLIFFE et *al.* (2003), signalent que les bords des forêts ont également été considérés comme moins favorables aux mouvements des papillons. Elles recherchent les endroits ombragés, d'autres, plus nombreuses, sont liées aux prairies et autres milieux ouverts ensoleillés riches en herbes et autres plantes basses. Sans oublier, que les sentiers peuvent aussi impacter directement les Papillons par diminution des populations végétales due au piétinement des passants. Pour notre part, le degré de l'ouverture du milieu semble être déterminant où le matorral haut est considéré comme un milieu semi fermé alors que le matorral arboré dégradé est semi ouvert et la pelouse est la station la plus ouverte. SMALLIDGE et LEOPOLD (1997) indiquent, que les papillons diurnes fréquentent préférentiellement les habitats ouverts et beaucoup d'espèces dépendent de ces habitats de début de succession. Ainsi que la présence de la strate arbustive, permet l'évolution des espèces à affinité forestière telle que *Pararge aegeria*, *Tomares balluscyrenaica*. En effet FICHEFET (2006), pense qu'il est capital de maintenir et/ou de restaurer des milieux forestiers ouverts, riches en plantes nourricières pour les chenilles et en fleurs nectarifères pour les adultes. Nos résultats ont montré un ordre d'arrivée différent dans chaque assemblage décrits par la DCA. Nous remarquons que l'ordre d'arrivée des espèces semble être différent, et par conséquent, il en résulte une arrivée en cascade des assemblages, en relation avec différents facteurs environnementaux, notamment des facteurs liés à la disponibilité des plantes nectarifères et aux compétitions interspécifiques des communautés de taxons privilégiés.

## 5.7. Diversité comparée entre les milieux agricoles et naturels de l'Algérois

Pour bien illustrer la comparaison entre deux milieux, un agro-système et un milieu naturel, nous avons pris en considération deux paramètres : l'abondance et le nombre d'espèces dans chaque station échantillonnée durant une période de deux années de travail (Tab. 39).

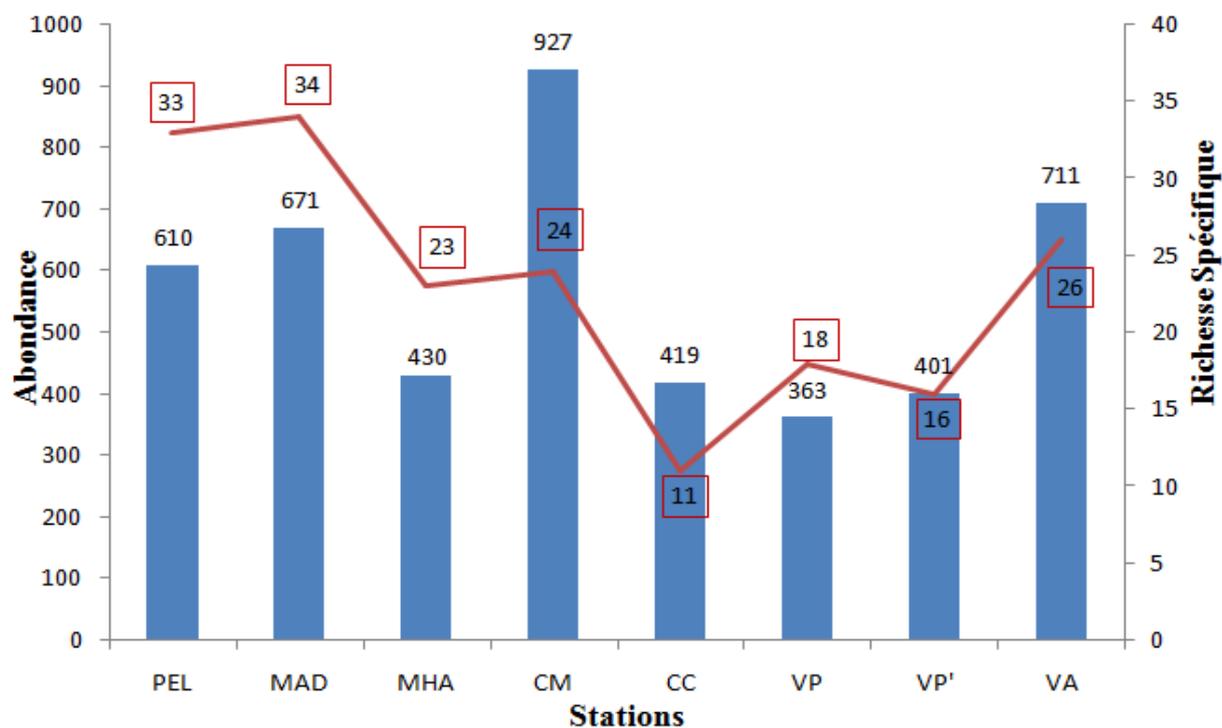
Les proportions exprimées en pourcentage, de chaque station sont fournies aussi bien en nombre d'individus qu'en richesse spécifique (Fig.63). La communauté globale récoltée de 4532 individus appartenant à 43 espèces. Le matorral arboré dégradé occupe le premier rang en termes d'espèces avec 34 papillons (79,07%), et se positionne à la troisième place en termes d'effectifs avec 671 individus soit 14,81%. Suivi par la pelouse avec 33 espèces (76,74%) correspondant à 610 individus (13,46%). Alors que la culture maraichère prend la 1<sup>ère</sup> place en termes d'individus avec 927 individus, soit un pourcentage de 20,45, qui se répartissent entre 24 espèces (55,81%). Suivie par le verger d'agrume avec 711 individus et 26 espèces (60,46%). Les vergers de poirier et de pêcher sont relativement riche en espèces, respectivement avec 18 et 16 espèces mais qui ne sont représentées que par 363 et 401 spécimens. Tandis que les céréales, est la station la moins riche avec 11 espèces, mais avec une abondance appréciable de 419 individus (soit, 9,25% de la totalité des individus collectés).

En règle générale, on remarque que les papillons de jours sont plus diversifiés dans les milieux naturels de l'algérois tandis qu'ils sont mieux représentés en terme d'abondance dans les milieux agricoles.

**Tableau 39.** Abondance et richesse spécifique des communautés de Papillons dans les Agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois.

Stations	Abondance	Nombre d'espèce
<b>PEL</b>	610	33
<b>MAD</b>	671	34
<b>MHA</b>	430	23
<b>CM</b>	927	24
<b>CC</b>	419	11
<b>VP</b>	363	18
<b>VP'</b>	401	16
<b>VA</b>	711	26

**PEL** : Pelouse, **MAD** : Matorral arboré dégradé, **MHA** : Matorral haut, **CM** : Culture maraichère, **CC**: Culture céréalière, **VP** : Verger de poirier, **VP'** : Verger de pêcher, **VA** : Verger d'agrumes.



**Figure 63.** Fluctuation de l'abondance et de la richesse spécifique des Papillons de jour dans les différentes stations du milieu agricole et naturel de l'algérois.

**PEL** : Pelouse, **MAD** : Matorral arboré dégradé, **MHA** : Matorral haut, **CM** : Culture maraichère, **CC**: Culture céréalière, **VP** : Verger de poirier, **VP'** : Verger de pêcher, **VA** : Verger d'agrumes.

L'objectif de comparer les résultats des différentes stations échantillonnées, est d'identifier le type d'habitat est le plus favorable à la conservation des Lépidoptères diurnes de ces habitats anthropiques et naturels. Les communautés de Papillons récoltées et observées dans les des deux type de milieu sont très peu semblables. 4532 individus de 43 espèces de Rhopalocères et Hétérocères diurnes sont le résultat d'un dénombrement de deux années consécutives ce qui reste incomplet, vu le nombre de localités encore peu ou non exploitées à l'échelle de la région d'Alger. Ce groupe d'insecte mérite beaucoup d'attention et d'information pour protéger cette biodiversité mal connue aux abords de l'agglomération algéroise. Il est intéressant de noter que LIZÉE *et al.*, (2011), ont recensé 1378 individus de 54 espèces Rhopalocères à Laurés dans le sud de la France, durant la période allant entre mai et juillet 2005. De ces résultats, les précédents auteurs montrent que trois espèces sont caractéristiques au milieu agricole (*Chararex jasius*, *Maniola jurtina jurtina*, et *Acontia lucida*), par contre 14 espèces sont liées au milieu naturel, il s'agit de *Anthocharis belia euphenoides*, *Colotis evagore*, *Gonepteryx rhamni*, *Tomares ballus cyrenaica*, *Lampides boeticus*, *Celastrina argiolus*, *Spialia sertorius*, *Carcharodus stauderi*, *Thymelicus action*, *Thymelicus hamza*, *Gegenes nostradamus*, *Macroglossum stellatarum*, *Aspitates ochrearia* et *Heliopsis pelitigera*. Ces résultats coïncident avec ceux trouvés par ÖCKINGER *et al.* (2009), ou deux espèces sont liées à la région urbaine, alors que 14 espèces sont caractéristiques du paysage agricole, lors d'une étude réalisée dans trois types de zone verte urbaine « parc traditionnelle, parc semi-naturel et un site rudérale » de la ville de Malmö située dans le sud de la Suède. Les constatations faites lors de notre étude, dévoile que le milieu naturel du Parc zoologique héberge le plus grand nombre d'espèces de papillons. Inversement dans le milieu agricole, ou les pratiques culturelles et la diversité végétale moindre, semblent défavorable à l'installation d'un nombre important de papillons. Ces résultats contradictoires avec ceux de BLAIR et LAUNER (1997) et BLAIR (1999) *in* ÖCKINGER *et al.* (2009), qui ont trouvé une richesse plus élevée sur les sites perturbés intermédiaire en milieu urbain. Alors que les résultats de LIZÉE *et al.* (2011), indiquent que l'abondance des papillons, la richesse des espèces, la diversité et la régularité diffèrent sensiblement entre quatre types d'habitats étudiés (jachère,

jardins, vignoble et forêt) à Laurés dans le sud de la France. Le matorral arboré dégradé s'avère le plus riche en espèces, la présence de 34 taxons fait donc de ces milieux pré-forestiers clairs du Parc zoologique un site important pour la conservation des communautés de Rhopalocères et d'Hétérocères diurnes de la région d'Alger. GRILL et CLEARY (2003), ont identifiés que les types d'habitats étant importants pour les espèces de papillons devraient avoir une structure plus ouverte et contenir différents types d'arbres à feuilles caduques. En effet, les communautés des bandes enherbées et des bandes fleuries ont une richesse spécifique et une abondance de papillons supérieures à celles des parcelles cultivées (AVIRON et *al.*, 2011). Le maraichage semble être l'habitat propice pour accueillir un nombre élevé de Papillons. Ce type de milieu ouvert attire spécialement les Papillons, qui y trouvent luminosité nécessaires et espèces végétales favorables à leur alimentation. En effet, ce sont des espèces dites diurnes, capables de circuler, adaptées aux perturbations altérées par les activités agricoles. Par contre, LIZÉE et *al.* (2011) ont trouvé que les jachères constituent le type d'habitat le plus riche en espèces (40 espèces) et le plus abondant avec 529 individus, suivies immédiatement par le jardin. Pour ces auteurs, les vignobles et les forêts abritent des communautés plus pauvres (20 espèces), qui diffèrent les uns des autres en abondance individuelle (le nombre d'individus enregistrés dans les forêts (286) est deux fois plus élevé que dans les vignobles avec 144 individus). Il semble donc que les espèces de papillons qui sont associées à des variables environnementales spécifiques évitent les milieux perturbés alors que les espèces adaptées aux perturbations ne sont pas associées à des variables particulières (HOGSDEN et HUCHINSON, 2004). COLLINGE et *al.* (2003), indiquent que le maintien de la qualité des herbacés est important pour protéger la diversité des papillons indigènes. En outre, SMALLIDGE et LEOPOLD (1997) proposent qu'il soit nécessaire de les aménager pour conserver et accroître les populations de papillons. Et MCKINNEY (2008) pense que l'importance de maintenir des milieux ouverts d'origine anthropique pour la conservation d'espèces indigènes et ouvre un débat sur l'application de la notion d'intégrité écologique dans les environnements urbains. Le développement urbain peut diminuer, mais aussi augmenter la richesse des espèces, en fonction du groupe taxonomique, de l'échelle spatiale d'analyse et de l'intensité de

l'urbanisation. D'un autre côté, CLAUDE (1995) constate que si les papillons habitent les lieux les plus diversifiés (pelouses calcaires, prairies de fauche, friches, bords des rivières, forêts et tourbières), ils ont tendance à désertier de plus en plus les terres agricoles et les zones fortement urbanisées qui n'offrent plus "le gîte et le couvert". On peut conclure que la lépidofaune des milieux prospectés de l'Algérois en général et du milieu naturel en particulier, est relativement riches en espèces. Cette constatations a été déjà notée par (LAKKIS, 1990), comparée aux terres agricoles, la forêt a su, au prix de quelques réflexions, garder une place aux papillons qui seront toujours objet d'admiration et de curiosité.

# Conclusion

## Conclusion Générale

La diversité du monde vivant ne cesse de nous étonner. Mais les hypothèses expliquant son origine ont beaucoup évolué depuis que l'homme s'interroge sur ce qu'est la vie (LÉVÊQUE et MOUNOLOU, 2008). Il ne faut pas s'attendre à des découvertes d'espèces nouvelles. Par contre, nous contribuons à l'amélioration de la connaissance des espèces connues par leur répartition, leur période de vol et leur biologie. La recherche des plantes hôtes, l'élevage, la recherche de chenilles, l'étude des premiers stades permettent une meilleure connaissance de ces espèces et de leurs relations avec le milieu (BOURGON et DESRIAUX, 2014). Notre présente étude va dans le même sens, c'est une contribution à la connaissance de la diversité des Papillons de jour dans un agro-système et un milieu naturel aux abords de l'agglomération algéroise, et cela en réalisant un suivi lépidoptérique régulier durant deux années successives. L'inventaire établi a révélé une diversité assez appréciable de ce groupe d'insectes, ceci est dû probablement aux conditions écologiques favorables qui caractérisent le Sahel et la Mitidja orientale. L'étude qui a duré 24 mois, de février 2009 à janvier 2011 dans le Parc zoologique d'Alger ; et d'octobre 2009 à septembre 2011 dans la région de Souachette (commune de Rouiba), nous a permis de recenser 35 espèces, réparties en 5 familles de Rhopalocères ; *Papilionidae*, *Pieridae*, *Nymphalidae*, *Lycaenidae*, et *Hesperiidae* ; et 8 espèces représentées par 4 familles d'Hétérocères diurnes ; *Arctiidae*, *Sphingidae*, *Geometridae* et *Noctuidae*.

**La première partie de ce travail** est consacré pour l'agrosystème de Rouiba, ou cinq parcelles agricoles ont été choisies ; les céréales, le maraichage, verger de poirier, de pêcher et d'agrume. 29 espèces ont été inventoriées dont 24 Rhopalocères et 5 Hétérocères diurnes.

La fluctuation spatio-temporelle des paramètres de structure, principalement la richesse spécifique et l'abondance, montre que la saison automnale et printanière sont les plus favorables aux lépidoptères diurnes. Le suivi temporel d'une part, indique un appauvrissement des effectifs dans ces cultures en périodes hivernale et estivale. Le test de Wilcoxon confirme avec des probabilités significatives les variations des abondances entre les différentes cultures. Et d'autre part, le suivi spatial, montre que le

maraichage renferme un taux considérable de la communauté lépidoptérique en termes d'abondance et les agrumes sont les plus diversifiées.

Durant la 1<sup>ère</sup> année de prospection, *Pieris rapae* est l'espèce dominatrice dans toutes les cultures, *Pararge aegeria* vient en deuxième position dans le maraichage et dans les agrumes, alors que *Colias croceus* se classe au 2<sup>ème</sup> rang dans le poirier et le pêcher. *Rhodometra sacraria* prend le 2<sup>ème</sup> rang dans les céréales. Quant à la 2<sup>ème</sup> année de travail, la piéride de la rave règne dans toutes les parcelles confondues et dans les céréales elle est notée avec une abondance relative élevée de l'ordre de 70,42%. Suivie par *Pararge aegeria* dans le maraichage et les agrumes, alors que *Rhodometra sacraria* indique une valeur appréciable de fréquence centésimale après celle de *Pieris rapae* dans les céréales et le verger de poirier, avec des valeurs respectifs de (19,01%) et (16,54%). Quant au verger de pêcher, *Colias croceus* se classe en 2<sup>ème</sup> position avec 13,37%.

Les différents indicateurs de diversité appliqués pour l'étude descriptive de la structure des Papillons de jour font ressortir les particularités des communautés de Papillons en place. Cependant, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver  $H'$  et de Simpson  $D$ , varient d'une façon synchronique pour la 1<sup>ère</sup> année de travail, ou les agrumes signalent les valeurs les plus élevées respectives à 1,88 bit et 0,72. Quant aux céréales, ils indiquent les valeurs les plus basses, avec respectivement 0,93 bit et 0,43. Or que pour la 2<sup>ème</sup> année d'étude, l'indice de Shannon-Weaver montre une valeur appréciable chez les agrumes (1,83bit) ; et une valeur importante pour l'indice de Simpson  $D$  a été notée chez les vergers de poirier et de pêcher avec (0,74). Encore, les céréales dévoilent les plus faibles valeurs de  $H'$  et de  $D$ .

Concernant l'indice de l'équitabilité de Piélou  $E$  et de Simpson  $ES$ , durant la 1<sup>ère</sup> année de récolte, les parcelles agricoles signalent un déséquilibre et une irrégularité entre les effectifs des différentes espèces de papillons, excepté pour les céréales qui présente une certaine régularité pour les taxons de cette station ( $ES=0,46$ ). Lors de la 2<sup>ème</sup> année, le verger de poirier présente un certain équilibre dans la répartition des effectifs de papillons et une irrégularité signalée dans toutes les autres cultures.

Durant les deux années de travail, seule la culture céréalière révèle des valeurs de l'indice de Hill élevées, proches de 1, ce qui confirme une régularité de la communauté de papillons dans ce type de culture.

Le coefficient de similarité de Sorensen appliqué pour les cinq cultures entre octobre 2009 et septembre 2010 et entre octobre 2010 et septembre 2011, évoque la présence d'une similarité élevée entre le maraichage/agrume avec respectivement 80% et 82%. Et pour la même période, nous avons retrouvé les plus faibles valeurs de similitude respectives de 45% et 56% pour le couple céréales/agrume.

Les résultats de la distribution des Rhopalocères et Hétérocères diurnes suivant leur affinité pour les cultures considérées, montrent que la majorité des espèces minoritaire préfèrent s'abriter dans les céréales et le verger de poirier. Alors qu'en deuxième année de prospection, les céréales et le maraichage hébergent la plus grande partie des Papillons minoritaires.

L'analyse du statut écologique des taxons recensés au sein des communautés de Papillons de jour durant la 1<sup>ère</sup> année de récolte, indique une dominance des espèces accidentelles. Et cela en raison de leur faible abondance locale et leur dispersion limitée. Ces espèces rares sont les mieux représentées avec 10 espèces dans les agrumes, 9 espèces dans le maraichage et le verger de poirier. Le pêcher note 6 espèces, alors que nous avons enregistré 3 espèces dans les céréales. Pour sa part, *Pieris rapae* s'est montrée constante dans les agrumes et omniprésente dans le reste des cultures (maraichage, poirier, pêcher et céréales). De même, pour la 2<sup>ème</sup> année, nous avons signalé la prédominance de la catégorie accidentelle dans toutes les parcelles agricoles. Reste que *Pieris rapae* se manifeste constante dans les cinq spéculations agricoles, ou s'ajoute *Pararge aegeria* mais seulement dans les maraichages et les agrumes.

En ce qui concerne l'évolution des communautés de Papillons, des corrélations positives et significatives ont été notés entre la richesse spécifique et l'abondance dans la majorité des parcelles. Excepté, celle indiquée dans les céréales et le verger de poirier. De même, pour la 2<sup>ème</sup> année d'étude, les céréales ne notent pas de signification entre ces deux variables.

Les diagrammes Rang-fréquence des communautés de Papillons de jour appliqués au model de Motomura, traduisent leur fitness liées aux fenêtres de subtilité accordée par le couvert végétal aux espèces de papillons. Et une stabilité de la communauté dans les différentes parcelles démontrée par le test de Barlett.

L'application de la DCA et de la CAH ont fait ressortir des assemblages de Papillons en relation avec le type de culture. Concernant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, trois entités sont apparues ; le verger de pêcher et d'agrumes renferment la partie majoritaire des espèces, et la partie minoritaire est affichée dans les céréales et le verger de poirier. Alors qu'en 2<sup>ème</sup> année de travail, on note deux assemblages, avec les trois vergers qui abritent la majorité des Papillons, et le reste se manifestent dans les céréales et le maraichage. Au sein des différentes entités, d'une part des diagrammes rang/fréquence ont été mis en évidence l'ordre d'arrivée des espèces pour chaque groupe d'assemblage respectif. Et d'autre part, des ajustements au model de Motomura ont été attribué pour évaluer l'homogénéité des communautés de Papillons entre les différents assemblages.

**A propos de la deuxième partie de cette étude,** elle s'est intéressée aux Papillons de jour de trois milieux naturels prospectés au niveau du Parc zoologique d'Alger, il s'agit d'une pelouse, d'un matorral arboré dégradé et d'un matorral haut. 1711 individus appartenant à 40 espèces ont été recensées dont 33 Rhopalocères et 7 Hétérocères diurnes.

L'évolution spatio-temporelle des paramètres de structure, correspondant à la richesse spécifique et à l'abondance, montre que la communauté lépidoptérique signale des effectifs assez importants aux mois de mars, mai et septembre. Le suivi temporel montre un déclin des individus pour le reste des mois. Le test de Wilcoxon affiche des probabilités significatives des variations des abondances entre les stations. Et le suivi spatial, démontre que la pelouse englobe une abondance assez élevée et le matorral arboré dégradé renferme une diversité d'espèce notable.

A l'échelle des familles, les *Pieridae* occupent le premier rang en termes d'espèce et d'individus et les *Hesperiidae* sont diversifiés mais avec un faible effectif. Concernant les espèces, *Colias croceus* (18,82%), suivie de *Cynthia cardui* (12,55%) sont les plus fréquentes dans la pelouse. *Pieris brassicae* et *Pararge aegeria*, sont les

plus abondantes dans le matorral arboré dégradé avec une valeur de fréquence centésimale identique (14,96%). Dans le matorral haut, *Pieris rapae* et *Pieris brassicae* sont les plus fréquentes avec des abondances relatives respectives de 20,89% et de 19,62%. Alors que pour la 2<sup>ème</sup> année d'étude, *Pieris rapae* (17,99%) et *Pararge aegeria* (17,40%) sont les espèces les plus dominatrices dans la pelouse. *Pararge aegeria* (27,23%) et *Pieris rapae* (17,62%) présentent de fortes abondances dans le matorral arboré dégradé. Quant au matorral haut, il signale les mêmes espèces que celle du matorral arboré dégradé avec des fréquences relatives respectives à (30,15%) et (25,00%).

L'indice de diversité de Shannon H' et de Simpson D, appliqués aux Papillons de jour dans les trois stations d'étude, et durant la période allant de février 2009 à janvier 2010, signalent les mêmes valeurs entre la pelouse et le matorral arboré dégradé avec respectivement 0,73 bit et 0,91. Alors que pour la deuxième année ; allant de février 2010 à janvier 2011, la pelouse qui indique la valeur la plus élevée avec respectivement 0,59 bit et 0,9.

Les valeurs de l'indice de l'équitabilité de Piélou E sont quasiment identiques dans les trois stations et légèrement supérieure à 0,5. Ceci correspond à un équilibre plus au moins modéré entre les effectifs des différentes espèces. Par contre, les valeurs de l'équitabilité de Simpson ES, tendent pratiquement dans toutes les stations du Parc vers 1. A cet effet, les communautés de Papillons sont irrégulières.

Quant aux valeurs de l'indice de Hill, elles sont basses et tendent vers zéro, les communautés de Papillons rencontrées dans le Parc zoologique sont irrégulières.

Le coefficient de similarité de Sorensen attribué aux stations du Parc zoologique d'Alger, signale une similarité élevée pour le couple pelouse/matorral arboré dégradé. Par ailleurs, le couple pelouse/matorral haut décèle une valeur plus basse.

Cette étude, nous a permis de classer les espèces de Papillons au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitat AH pour le descripteur du type d'habitat. Dans ce sens, nous avons remarqué que la majorité des espèces adoptent le matorral arboré dégradé comme habitat préférentiel, alors que le matorral haut, s'avère

être sélectionner par *Euchloe belemia* pour la 1<sup>ère</sup> année d'étude et *Lycaena phlaeas* pour la 2<sup>ème</sup> année.

La fréquence d'occurrence appliquée aux espèces de chaque station du Parc, indique la aussi que les espèces accidentelles sont dominatrices dans ce type de milieu. Les espèces constantes, sont les moins représentées.

L'étude des corrélations entre la richesse spécifique et l'abondance dans les trois stations, a révélé des probabilités significatives et les deux variables et sont corrélées positivement dans toutes les stations confondues.

L'ordre d'arrivée appliqué aux Papillons inventoriés dans le Parc zoologique en traçant des diagrammes Rang-fréquence, affiche le positionnement spécifique des différentes espèces afin d'accéder à chaque type d'habitat. Et l'analyse des comparaisons de pentes, indique que les stations prospectées offrent une stabilité pour les communautés de Papillons.

L'analyse des correspondances redressée (DCA) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) appliquées aux Papillons récoltées, montre des assemblages regroupant des espèces de Papillons en rapport avec les types d'habitat. Durant la 1<sup>ère</sup> année d'étude, trois groupes ont été signalés, la pelouse englobe le plus grand nombre d'espèces, et le matorral arboré dégradé encage peu de Papillons. Pour la 2<sup>ème</sup> année de prospection, deux entités seulement ont été notées, avec le matorral arboré dégradé et le matorral haut qui hébergent le plus grand nombre d'espèces. Alors que le surplus de Papillons se trouve dans le 2<sup>ème</sup> assemblage représenté par la pelouse. Au sein de chaque assemblage, des diagrammes rang/fréquence sont tracés et ajustés au model de Motomura.

En règle générale, on remarque que les papillons de jour sont plus diversifiés dans les milieux naturels de l'algérois tandis qu'ils sont mieux représentés en terme d'abondance dans les milieux agricoles.

Les prospections menées dans les deux milieux ; agricoles et naturels nous ont permis d'avoir une idée sur la diversité des Papillons de jour de l'Algérois. L'importante de la richesse constatée en Rhopalocères et Hétérocères diurnes sont autant d'éléments que nous devons prendre en compte dans la gestion et la conservation de ces milieux qui sont aux abords de la plus grande agglomération du

pays. Malgré, que nous nous sommes aperçus que la période de prospection n'a pas été suffisante, et que nous sommes sans doute passés à côté d'espèces non recensées, ou d'informations liées à l'écologie de ces espèces. Mais en tout état de cause, nous pensons que la majorité des espèces fréquentant ce genre d'habitat a été inventoriée et des données sur leurs distributions et répartition spatio-temporelles ont été obtenues. A l'issue de ce travail, il s'avère qu'un certain nombre de papillons pourraient bénéficier d'études particulières et plus approfondies et pourquoi pas d'un statut de conservation plus adapté, tels qu'*Euchloe belemia*, *Lampides boeticus*, *Celastrina argiolus*, *Zizeeria karsandra*, *Spialia sertorius*, et *Thymelicus acteon*..... Cette étude reste préliminaire, elle édifie un point de départ pour des recherches ultérieures. Il serait souhaitable de poursuivre l'inventaire des papillons dans d'autres types de milieux à travers l'Algérois et s'intéresser plus particulièrement à leur cycle biologique, les plantes hôtes des chenilles et leur pouvoir adaptatif dans les milieux anthropiques de l'Algérois.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- 1- **ABDELGUERFI A., 2003-** *La bio-invasion, la pollution et l'érosion génétiques.* Bilans des Expertises sur «Menaces pesant sur la diversité biologique» MATE-GEF/PNUD, Projet ALG97/G31, 262-363p.
- 2- **ABDELKRIM H., 1995-** *Contribution à la connaissance des groupements de mauvaises herbes des cultures du secteur algérois : Approches syntaxonomiques et phénologiques.* Thèse Doctorat es-sci. Univ. Paris-Sud, centre d'Orsay, Paris, 151p.
- 3- **ALARD D., POUDEVIGNE I., DUTOIT T. et DECAËNS T., 1998-** Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation. Le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. *Acta Oecologica* 19 (3), 275-284.
- 4- **ALBOUY V., 2001-** *Les papillons par la couleur : Guide d'identification.* Ed. Minerva, Genève (Suisse), 198p.
- 5- **ALBOUY V., 2010-** *Les insectes ont-ils un cerveau ? 200 clés pour comprendre les insectes.* Ed. Quæ, France, 199p.
- 6- **ALBOUY V. et BALITEAU L., 2013-** *PAPILLONS.* Ed. Glénat, Grenoble, 127p.
- 7- **ALTIERI M., 1999-** The ecological role of biodiversity in agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 19-31.
- 9- **APPELQVIST T., GIMDAL R. et BENGTON O. 2011-** Insectes et mosaïques de paysages. *Outils pour la conservation de la biodiversité dans les domaines Néomoral et Boréonémoral Européen*, pp.14-24.
- 10- **ARAB K., 1997-** *Place de la Tarente de Mauritanie Tarentola mauritanica Linnaeus, 1758 (Reptilia, Geckonidae) dans le réseau trophique d'un écosystème sub-urbain.* Thèse Magister, Inst. nati. Agro., El-Harrach, 230p.
- 11- **ARAB K., 2008-** *Relations trophiques insectes-reptiles-oiseaux dans trois régions de l'Algérie.* Thèse Doctorat état, Inst. nati. Agro., El-Harrach, 277p.
- 12- **ARIFI B. et RAHMANI A., 2011-** *Diversité et dynamique saisonnières des Papillons de jours du Parc national de Belezma (Batna).* Mém. Ing. Ecologie et Environnement, Univ. Béjaia, 90 p.
- 13- **AVIRON S., HERZOG F., KLAUS I., SCHUPBACH B. et JEANNERET P., 2011-** Effects of Wildflower Strip Quality, Quantity, and Connectivity on Butterfly Diversity in a Swiss Arable Landscape. *Restoration Ecology* 19, 500-508.

- 14- AYME A., 1956-** Modification récentes survenues dans le réseau hydrographique du Sahel d'Alger et de la plaine de la Mitidja. *Bull. Soc. Hist. Natu. Afrique Nord*, T.47 (1-2): 49-56.
- 15- BAHA M., 1997-** The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. *Tropical Zoology*, 10 (2): 247-254.
- 16- BAHA M. et BERRA S., 2001-** *Prosellodrilus doumandjii* n. sp., a new lumbricid from Algeria. *Tropical Zoology*, 14; 87-93.
- 17- BARBAULT R., 1981-** *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
- 18- BARBAULT R., 2003-***Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. Ed. Dunod, Paris, 326p.
- 19- BARBAULT R., 2008-** *Ecologie Générale : Structure et fonctionnement de la biosphère*. 6<sup>ème</sup> Editions, Ed. Dunod, Paris, 390p.
- 20- BARECH G., KHALDI M., DOUMANDJI S. et ESPADALER X., 2011-** One more country in the worldwide spread of the woolly ant: *Tetramorium lanuginosum* in Algeria (Hymenoptera, Formicidae). *Myrmecology News*, 14; 97-98, Vienna.
- 21- BAZIZ B., SOUTTOU K., SEKOUR M., HAMANI A., BENDJABELLAH S., KHEMICI M. et DOUMANDJI S., 2008-** Les micromammifères dans le régime alimentaire des rapaces en Algérie. 3<sup>èmes</sup> *Journées nationales Protec. Vég.*, 7-8 avril 2008, Inst. nati. agro., El Harrach, p.30.
- 22- BELLATRECHE M., 1983-***Contribution à l'étude des oiseaux des écosystèmes de la Mitidja, une attention particulière étant portée à ceux du genre Passer Brisson, biologie, éco-éthologie, impacts agronomique et économique, examen critique des techniques de lutte*. Thèse Magister sci., Inst. nati. agro., El-Harrach, 54p.
- 23- BELLEILI S., 1981-***Bilan écologique de l'arboretum de Bainem, étude des espèces introduites et autochtones*. Thèse Ing. Agro., Inst. nat. Agro., El-Harrach, 95p.
- 24- BELLMANN H., 2008-***Quel est donc ce papillon ?* Ed. Nathan, Paris, 449p.
- 25- BELLMANN H., 2012-***PAPILLONS*. Ed. Ulmer, Paris, 191p.
- 26- BENALLAL K. et OURABIA K., 1988-***Monographie, géologique et géotechnique de la région d'Alger (Recueil de notes)*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 109 p.

- 27- BENBRAHAM N. et LASFER L., 1999-***Etude phytodynamique et proposition d'aménagement du parc zoologique et de Loisirs d'Alger au 1/4000<sup>ème</sup>*. Mém. ing., Ecol. Envir., Inst.sci.natu., Univ. sci. tech. Houari Boumediene, Alger, 104p.
- 28- BENDIFIFALLAH L., LOUADI K. et DOUMANDJI S., 2010-** Apoidea et leur diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*, 18(1) : 85-102.
- 29- BENDJOUDI D., 1999-***Biosystématique et éco-éthologie des moineaux du genre Passer Brisson, 1760-Analyse biométrique, régime alimentaire et estimation de dégâts dans la partie orientale de la Mitidja*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 197p.
- 30- BENDJOUDI D., 2008-** *Etude de l'avifaune de la Mitidja*. Thèse Doctorat, Inst. nati. agro., El-Harrach, 255p.
- 31- BENKHELIL M.L., 1991-** *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office Pub Univ., Alger, 60p.
- 32- BENMESSAOUD K., 1989-** *Etude écologique des passereaux forestiers en zone forestière et préforestière de l'Algérois*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 44p.
- 33- BERGÈ A., COLLOT M. et MOTTET J., 2012-** *Paysages européens et mondialisation*. Ed. Champ Vallon, Paris, 440p.
- 34- BERKANE S., 2011-** *Diversité et écologie des papillons de jour du Parc national de Taza (Jijel)*. Mém. Magister Anal. Envr. Biod., Univ. Béjaia, 152p.
- 35- BERNOU S., 2001-***Différenciation pédologique des dunes pré littorales du Sahel ouest Algérois : Evolution de la fraction minérale du sol*. Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 105p.
- 36- BENZARA A., 1981-** La faune malacologique de la Mitidja. *Bull. Zool. Agro., Inst. nati. agro. ; El-Harrach*, (1): 22-26.
- 37- BENZARA A., 1982-** Importance économique et dégâts de *Milax nigricans* (Gasteropodes Pulmonés) terrestres. *Bull. Zool. Agro., Inst. nati. agro. ; El-Harrach*, (5) : 33-326.
- 38- BENZARA A., 1985-** *Contribution à l'étude systématique et bioécologique des Mollusques terrestres en Algérie*. Thèse Magister, Inst. nati.agro., El-Harrach, 97p.

- 39- BIANCHI F.J.J.A., BOOIJ C.J.H., TSCHARNTKE T. 2006-** Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society*, 273, 1715-1727.
- 40- BLONDEL J., 1975-** L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique : la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, Vol. XXIX, n°4, pp. 533-589.
- 41- BLONDEL J., 1979-***Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173p.
- 42- BLONDEL J., 1995-***Biogéographie. Approche écologique et évolutive*. Ed. Masson, Paris, 297 p.
- 43- BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973-** Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, Vol. XLI, n°1-2, pp. 55-71.
- 44- BOLBAPOCĂ D. S. et JÄNTSCHI L., 2006-** Pearson vers Spearman. Kendall's Tau correlation analysis on Structure.Activity Relationships of Biologic Active Compounds.*Leonardo Journal of Sciences*. ISSN 1583- 0233, pp.179-200.
- 45- BORGES A. et MOTHIRON P., 2006-** Espace naturel sensible: Marais de Frocourts- Inventaire entomologique: Lépidoptères. *OPIE, Office pour les insectes et leur environnement*, France, 28p.
- 46- BORNARD A., BASSIGNANA M., BERNARD-BRUNET C., LABONNE S. et COZIC P., 2007-** *Les végétations d'alpage de la Vanoise : Description agro-écologique et gestion pastorale*. Ed. Quæ, Paris, 235p.
- 47- BOUBOU M., 2007-** *Contribution aux méthodes de classification non supervisée via des approches prétopologiques et d'agrégations d'opinion*. Thèse Doctorat. Univ. Claude Bernard-Lyon I, France, 190p.
- 48- BOUDAUD B., 1998-***Biosystématique et écologie des carabides (Insecta, Coleoptera) en milieu agricole sur le littoral algérois et en Mitidja orientale*. Mémoire ing., Inst. nati. agro., El-Harrach, 184p.
- 49- BOUGET C., 2016-***Secrets d'insectes -1001 curiosités du peuple à 6 pattes*. Ed. Quæ, France, 286p.
- 50- BOULFEKHAR M.N., 1989-***Etude phytosociologique de certains groupements de mauvaises herbes dans la plaine de la Mitidja (Algérie septentrionale)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 85p.

- 51- BOURASSA J.P., 2011-** *Le monde fascinant des insectes*. Ed. MultiMondes, Canada, 421p.
- 52- BOURGON A. et DESRIAUX P., 2014-** Papillons de jour et zygènes du Mercantour. *Insectes*, n°172, pp. 9-13.
- 53- BOUTERA N., 1999-***Etude biosystématique du régime alimentaire des espèces du genre Aiolopus (Feiber, 1858)(Orthoptera, Acrididae)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 199p.
- 54- BOUYGUES M. et PELLETIER P., 2012-** *Construction et habitats durables*. Ed. AFNOR, Paris, 292p.
- 55- BOUZARA H., 2015-** *Diversité des Rhopalocères (Papillons de jour) dans le Parc National de Chréa*. Mém. Master II, Sci. Nat.Vie, Univer. Blida, 80p.
- 56- BUREL F. et BAUDRY J., 1999-** *Ecologie du paysage – Concepts, méthodes et applications*. Editions Tec et Doc, Lavoisier, pp. 360.
- 57- BUREL F., BAUDRY J., BUTET A., CLERGEAU P., DELETTE Y., LE CŒUR D., DUBS F., MORVAN N., PAILLAT G., PETIT S., THENAIL C., BRUNEL E. et LEVEUVRE J.C., 1998-** Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecol.* 191, 1-26.
- 58- CARRIERE M. et TOUTAIN B., 1995-** Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement- Outils d'évaluation et indicateurs. *Etude, Cent. Coop. Intern.Rech.Agro. Déve./ Départ. Elev.Méd. vétér.* (CIRAD-EMVT), France, 93p.
- 59- CHABOT S., 2008-** *Effet de la phénologie de l'hôte sur le développement du charançon du pin blanc (Pissodes strobi, Peck)*. Mém. Exigence partielle de la maîtrise en biologie. Univ. Montréal, Québec, 77p.
- 60- CHENNAOUI Y., 2000 -** Portrait géographique. *Séminaire "Alger métropole"*, Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme, Alger, pp. 8-9.
- 61- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., 2013-** *La Biodiversité, c'est maintenant*. Ed. De l'Aube, France, 192p.
- 62- CHEVINH.,1966-** Végétation et peuplement entomologique des terrains sablonneux de la côte ouest du cotentin. *Extrait des mém. SOCI. Nat. Scie. Nat. Math.*, Cherbourg, Paris, 138p.

- 63- CLAUDE A., 1995-** Les papillons en forêt. *Rev. For. Fr.* XLVII - 2-, pp. 170-172.
- 64- 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*, n°10:47-57.
- 65- COLLINGE S.K., PRUDIC K.L., et OLIVER J.C., 2003-** Effects of local habitats characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conservation Biology*, 17: 178-187.
- 66- DAGET J., 1976-** *Les modèles mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Coll. d'écologie, Paris, 172p
- 67- DAJOZ R., 1971-***Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 68- DAJOZ R., 1975-***Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 549 p.
- 69- DAJOZ R., 1982-***Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503p.
- 70- DAJOZ R., 1985-***Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- 71- DAJOZ R., 1996-** *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 551p.
- 72- DAOUDI-HACINI S., BENCHIKH C. et MOUSSA S., 2007-** Inventaire de l'entomofaune des cultures maraîchères sous serres à l'Institut technique des cultures maraîchères et industrielles (I.T.CIM.I.) de Staouéli. *Journées Inter. zool. agri. For.*, 8-10 avril 2007, *Dép.Zool. Agro. for., Inst. nati.agro., El-Harrach*, 204p.
- 73- DEMERGES D., 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*, Quétigny, 33p.
- 74- DENNIS R.L.H., 1991-** Climatic Change and the British Butterfly Fauna: Opportunities and Constraints. *Biological Conservation* 55: 1-16.
- 75- DESCHAMPS D. et RENARD M., 2010-***Aménager un jardin pour les papillons*. Ed. Ulmer, Paris, 128p.
- 76- DJENNAS-MERRAR K., 2002-***Place, régime alimentaire et biométrie de l'étourneau sansonnet Sturnus vulgaris (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans le jardin d'essai du Hamma(Alger)*.Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 188p.
- 77- DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1992 -** Relations trophiques insectes /oiseaux dans un parc du Littoral algérois (Algérie). *Alauda*, 40 (4): 274 - 275.

- 79- DREUX P., 1974-***Précis d'écologie*. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 213p.
- 80- DREUX P., 1980-***Précis d'écologie*. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 231p.
- 81- DUCHAUFOR Ph., 1983-***Pédologie, Pédogenèse et classification*. Ed. Masson, T.I, Paris, 491p.
- 82- DUELLI P., 1997-** Biodiversity evaluation in agricultural landscapes. An approach at two different scales.*Agriculture, Ecosystems and Environment*, 62: 81-91.
- 83- DUELLI P. et OBRIST M.K., 2005-** Rapid biodiversity assessment of arthropods for monitoring average local species richness and related ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 19: 2201–2220.
- 84- DUELLI P., OBRIST M.K. et SCHMATZ D.R., 1999-** Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 33-64.
- 85- DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982-***Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Ed. Gerdat, T.I, Paris, 695p.
- 86- FAHRIG L. et JONSEN I., 1998-** Effect of habitat patch characteristics on abundance and diversity of insects in agricultural landscape. *Ecosystems* 1(2):197-205.
- 87- FARHI B. et YAHIAOUI F., 2006-** *Contribution à l'étude de la biodiversité des papillons de jours (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) en zones aride et semi-arides dans la région de Bouira*. Mém. Ing. Eco. Envir., Univ. Béjaia, 98p.
- 88- FAURE D., 1986 -** *La vie dans la forêt*. Ed. Grund, Paris, 184p.
- 89- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1977-** *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 174p.
- 90- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1980-***Ecologie*. Ed. Ballière, Paris, 168p.
- 91- FEESTA A., VAN SWAAY C., ALDREDD T.D., et JEDAMZIKD K., 2011-** The biodiversity quality of butterfly sites: A metadata assessment. *Ecological Indicators* 11, 669–675.

- 92- FICHEFET V., 2006-** Plein phare sur nos papillons forestiers. *Echo des Réserves*, N°2, pp.8-11.
- 93- FLICK T., FEAGAN S. et FABRIG L., 2012-** Effet of landscape structure on butterfly species richness and abundance in agricultural landscapes in eastern Ontario, Canada. *Agriculture, Ecosystems and environment* 156, 123-133.
- 94- FRANCK A., 2008-** *Capture- Conditionnement- Expedition- Mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification*. Cirad Réunion, Paris, 53p.
- 95- GARON D., GUÉGUEN J.C. et RIOULT J.P., 2013-***Biodiversité et évolution du monde vivant*. Ed. EDP Sciences, France, 201p.
- 96- GHEMMAZ A., 2015-** Inventaire des Papillons de jour dans un verger d'agrumes de la région de Boufarik. Mém. Master II, Sci. Nat.Vie, Univer. Blida, 71p.
- 97- GHEZALI D. et FEKKOUN S., 2012-** Répartition spatio-temporelle des acariens (Acari : Oribatida Michael, 1883) and (Gamasida Reuter, 1909) dans différents étages bioclimatiques du nord de l'Algérie. *Lebanesse Sci. Journal*, Vol. 13, (2): 49-68.
- 98- GRAHAM H., 2011-** *The Wilcoxon test*. Research Skills, version 1.0, 6p.
- 99- GRALL J. et COÏC N., 2006-** *Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier*, Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT, 91p.
- 100- GRILL A. et CLEARY D.F.R., 2003-** Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia. *Biological Conservation*, 114, 427-436.
- 101- GROSSER N. et MEIER G., 1986-** *Rhodometra sacraria* (LINNÉ, 1767) in der DDR (Lepidoptera, Geomtridae). *Atalanta* 17: 147-149.
- 102- GUESSOUM M., 2011-** Contribution à l'étude de la bio-écologie d'*Aculops lycopersici* (Masse)(Acarina, Eriophidae) sur culture de tomate et essai de lutte chimique. *Actes Sémi. internati. prot. vég.*, 18-21 avril 2011, Dép. Zool. agro. for., Inst. nati. agro., El-Harrach :71-77.
- 103- HAAHTELA T., SAARINEN K., OJALAINEN P. et AARNIO H., 2012-** *Guide photo des papillons d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 383p.
- 104- HAMDI H., 1989-** *Contribution à l'étude bio-écologique des peuplements orthoptérologiques de la région medioseptentrionale de l'Algérie et la région de Gabes (Tunisie)*. Thèse ing. agro., Inst. nati. Agro., El-Harrach, 127p.

- 105- HAMMACHE M., 2010-** Influence de quelques types de sols algériens sur le développement des nématodes à galles ; *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria* (Tylenchida, Meloidogynidae). *Lebanese Sci. Journal*, Vol. 11, (2) : 47-61.
- 106- HAMMER O., HARPER D.A.T. and RYAN P.D., 2001-***Past: Paleontological Statistics Soft Ware Package for Education and Data Analysis Palaeontologia Electronica*. 4 (1), 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1past/issue101.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1past/issue101.htm)
- 107- HARDY P.B. et DENNIS R.L.H., 1999-** The impact of urban development on butterflies within a city region. *Biodiversity an Conservation* 8:1261-1279.
- 108- HELLAL F et YAKOUBI D., 2002–** *Contribution à l'étude de la diversité et la dynamique des papillons de jour (Rhopalocères et les Hétérocères diurnes) du Parc National de Gouraya (Béjaia)*.Mém.ing.Eco.Envir., Univer. Béjaia, 105p.
- 109- HENLE K., LINDENMAYER D. B., MARGULES C. R., SAUNDRES D. A. et WISSEL C. 2004-** Species survival in fragmented landscapes: Where are we now? *Biodiversity and Conservation* 13:1-8.
- 110- HERVÉ T., 2009-** *Guide des papillons communs de France*. Ed. Sud Ouest, France, 112p.
- 111- HILL M.O., 1973-** Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, n° 54, p. 427-432.
- 112- HOGSDEN K.L. et HUCHINSON T.C., 2004-** Butterfly assemblages along a human disturbance gradient in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 739-748.
- 113- HOSKINS A., 2016-** *Papillons du monde*. Ed. Délachaux et Niestlé, Paris, 312 p.
- 114- HUBLÉ J., 1984-** *Nos insectes*. Ed. Caisse Rurale France, 107p.
- 115- IFTENE L., 1999-***Etude agro-pédologique du Sahel algérois*. Rapport, Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H.), Alger, 66 p.
- 116- IONESCO T. et SAUVAGE C., 1962-** Type de végétation de Maroc : Essai de nomenclature et de définition. *Revue géographie Maroc*, n° 1 et 2, pp. 75-85.
- 117- INAGAKI H., 1967-** Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu*, Série B, 18, 153-166.
- 118- JACKSON T., 2015-***Quel est ce papillon ?*Ed. Larousse, France, 128p.

- 119- JONSEN I. et FAHRIG L., 1997-** Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape Ecology* 12(3):185-197.
- 120- KABASSINA B.T., 1990-** Comparaison faunistique des caelifères de la station de Gaïd Gacem en Mitidja et de divers étages bioclimatiques du Togo. Thèse ing., Inst. nati. agro., El-Harrach, 109p.
- 121- KHADDEM M. et ADANE N., 1996-** Contribution à l'étude phytoécologique des mauvaises herbes des cultures pérennes dans la plaine de la Mitidja, 2- Aspect écologique. *Ann. Inst. nati.agro.*, El-Harrach, 17(1-2) : 27-42.
- 122- KING G.E. et MONTESINOS J.L.V., 2014-***Rhodometra sacraria* (Linnaeus), a cosmopolitan sterrhine confirmed from Chile (Lepidoptera, Geometridae). *Revista Brasileira de Entomologia* 58 (2): 103–106.(art papillon de nuit 3)
- 123- LAFRANCHIS T., 1997-** *Les papillons*. Ed. Du chêne, Coll. « Carnets Nature », Paris, 95p.
- 124- LAFRANCHIS T., 2000-***Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. Coll. Parthénope. Ed. Biotope, France, 448p.
- 125- LAKKIS S., 1990-** Composition, diversité et successions des copépodes planctoniques des eaux libanaises (Méditerranée Orientale). *Oceanologica Acta*, Vol. 13, 4, 489-501.
- 126- LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1969-***Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303p.
- 127- LARIVIERE R., 2016-***Plantes sauvages de la forêt boréale*. Ed. La Caboché, Québec, 484p.
- 128- LAURENCELLE L., BERTRAND R., ALLAIRE D. et CHÂTILLON G., 1994-** *Trois essais de méthodologie quantitative*. Ed. Presses de l'Université du Québec, Canada, 122p.
- 129- LE ROUX X., BARBAULT R., BAUDY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J., SARTHOU J.P. et TROMMETTER M., 2012-***Agriculture et biodiversité : Valoriser les synergies*. Ed. Quæ, France, 177p.

- 130- LE TACON F., SELOSSE M.A., et GOSSELIN F., 2000-** Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et gestion forestière. Première partie. *Rev. For. Fr. LII - 6- : 477-496.*
- 131- LERAUT P., 1992-***Les papillons dans leur milieu.* Ed. Bordas, France, 256 p.
- 132- LERAUT P., 2012-***Où les papillons passent-ils l'hiver ? 100 clés pour comprendre les papillons.* Ed. Quæ, France, 143p.
- 133- LÉVÊQUE C., 2011-** *La Nature en débat : Idées reçues sur la biodiversité.* Ed. Le Cavalier Bleu, Paris, 173p.
- 134- LÉVÊQUE C. et MOUNOLOU J.C., 2008-** Dynamique biologique et conservation. Ed.2 Dunod, Paris, 259p.
- 135- LEVREL H., FRANSCARIA-LACOSTE N., MARTIN G.J., et PIOCH S., 2015-***Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement.* Ed. Quæ, France, 311p.
- 136- LIZÉE M.H., BONARDO R., MAUFFREY J.F., BERTAUDIÈRE-MONTES V., TATONI T. et DESCHAMPS-COTTIN M., 2011-** Relative importance of habitat and landscape scales on butterfly communities of urbanizing areas. *C. R. Biologies* 334, 74–84.
- 137- LOBO J.M., LUMARET J. et JAY-ROBERT P., 1997-** Les atlas faunistique comme outils d'analyse spatiale de la biodiversité. *Ann. Soc. Ento. Fr. (N.S.),* 33(2) :123-138.
- 138- MACQUEEN A., WALLACE M. M. H. et DOUBE B.M., 1986-**Seasonal changes in favorability of cattle dung in central Queensland for three species of dung inhabiting insects. *Journal of the Australian Entomological Society,* 25: 23-29.
- 139- MACQUITTY M. et MOUND L., 1996-** *Ces formidables insectes.* Ed. The Natural History Museum, Londres, 128p.
- 140- MAGURRAN A. E., 2004-** *Measuring biological diversity.* Blackwell Science, Oxford, 215p.
- 141- MAISONHAUTE J. É., 2010-** Influence de la structure du paysage sur l'assemblage des prédateurs terricoles dans les zones agricoles non cultivées. Mém. Exigence partielle de la maîtrise en biologie, Univ. Montréal, Québec, 88p.

- 142- MAKHLOUFI A., DOUMANDJI S. et KHEMICI M., 1997-** Etude de l'avifaune nicheuse dans la forêt de Baïnem. 2<sup>èmes</sup> Journées Protec. Vég., 15-17 mars, Inst. nati. agro., El Harrach, p.92.
- 143- MARIS V., 2014-** *Nature à vendre : Les limites des services écosystémique*. Ed. Quæ, Paris, France, 94p.
- 144- MARTIRÉ D., MERLIER F. et TURLIN B., 2016-***Guide des plus beaux PAPILLONS et leurs FLEURS favorites*. E. Belin, France, 383p.
- 145- MCKINNEY M.L., 2008-** Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystem*, 11: 161-176.
- 151- MERABET A., 1995-** *Etude de l'avifaune nicheuse dans un verger de néflier à Beni-Messous dans le Sahel algérois*. Mém. Ing. Agro., Inst. nat. Agro., El-Harrach, 114p.
- 146- MERABET A., 1999-** *Bioécologie de l'avifaune nicheuse et dégats dus aux oiseaux sur les fruits du Néflier du Japon Eriobotrya japonica Lindley à Beni-Messous(Sahel algérois)*. Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 171p.
- 147- MEZIOUD D., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHARAOU L., 2004-** Biodiversité des Noctuelles (Lépidoptera, Noctuidae) dans la plaine de la Mitidja. 2<sup>ème</sup> Journée protec. Vég., 15 mars 2004, Dép. Zool. Agro. for., Inst. nat. agro., El-Harrach, p.16.
- 148- MILLA A., 1996-***Ethologie et régime alimentaire du bulbul des jardins Pycnonotus barbatus (Desfontaines, 1787) (Aves, Pycnonotidae) dans un parc d'El-Harrach*. Mém. ing. agro., Inst. nat. agro., El-Harrach, 235p.
- 149- MILLA A., 2000-***Place du bulbul des jardins Pycnonotus barbatus (Desfontaines, 1787) (Aves, Pycnonotidae) parmi les oiseaux de deux milieux suburbains dans l'Algérois*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 299p.
- 150- MILLA A., 2008-***L'ornithochorie dans différents milieux du Sahel et du Littoral algérois*. Inst. nati. agro., El-Harrach, 333p.
- 151- MILLA A., DOUMANDJI S. et VOISIN J.-F., 2005-** Comportement journalier du Bulbul des jardins (*Pycnonotus barbatus*) dans deux milieux suburbains du Sahel algérois (Algérie). *Aves*, 42 (1/2) : 156 - 162.

- 152- MOKABLI A., 2002-** *Biologie des Nématodes à kystes (Heterodera) des céréales en Algérie. Virulence de quelques populations à l'égard de quelques variétés et lignées de céréales.* Thèse Doctorat, Inst. nat. agro., El-Harrach, 66p.
- 153- MOLINARI K., 1989-** *Etude faunistique et comparaison entre trois stations dans le marais de Réghaïa.* Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 171p.
- 154- MOULAÏ R., 1997-** *Composition, structure et dynamique des populations d'oiseaux du Jardin d'essai du Hamma (Alger) et essai d'estimation des populations d'étourneaux *Sturnus vulgaris* (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans leurs dortoirs.* Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 131p.
- 155- MOULTI A., KHOUKHOU O. et SENNAOUI L. 2003-** *Etude hydrodynamique des sols du Sahel Algérois.* Rapport, Agence national des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H.) Dept. Pédologie, 26p.
- 156- MUTIN L., 1977-** *La Mitidja - Décolonisation et espace géographique.* Ed. Office Publ. Univ., Alger, 607 p.
- 157- MOTOMURA I., 1932-** On the statistical treatment of communities. *Zool. Mag*, 44, pp.379-383.
- 158- NADJI F.Z., 1997-** *Bioécologie de l'avifaune nicheuse des agrumes. Etude du régime alimentaire de la chouette hulotte *Strix aluco* Linné, 1758 et de la chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769) (Aves, Strigidae) à Staouéli.* Mém. ing. agro., Inst. nat. agro., El-Harrach, 183p.
- 159- NADJI F.Z., 2003-** *Régime alimentaire de la chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769) (Aves, Strigidae) dans trois stations en Algérie.* Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 179p.
- 160- NUMA C., VAN SWAAY C., WYNHOFF I., WIEMERS M., BARRIOS V., ALLEN D., SAYER C., MUNGUIRA M.L., BALLETO E., BENYAMINI D., BESHKOV S., BONELLI S., CARUANA R., DAPPORTO L., FRANETA F., GARCIA-PEREIRA P., KATBEH-BADER A., KATBEH-BADER A., MAES D., MICEVSKI N., MILLER R. MONTEIRO E., MOULAI R., NIETO A., PAMPERIS L., PE'ER G. POWER A., ŠAŠIĆ M., THOMPSON K., TZIRKALLI E., VEROVNIK R., WARREN M. et WELCH H., 2016-** The Status

and distribution of Mediterranean Butterflies. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)*, Malaga, Spain, 32p.

**161- ÖCKINGER E., DANNESTAM Å. et SMITH H.G., 2009-** The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning* 93 31–37.

**162- OHWAKI A., OGAWA H., TAKETANI K. et TOMISAWA A., 2014-** Butterfly responses to cultivated field abandonment are related with ecological traits in a temperate Japanese agricultural landscape. *Landscape and Urban Planning* 125, 174-182.

**163- ORTH D. et BALAY C., 2011-** *Biodiversité des prairies permanentes : une méthode simple de diagnostic*. Ed. Educagri, Paris, 141p.

**164- OUESTALI W., 2011-** *Analyses économiques du paysage*. Ed. Quæ, France, 246p.

**165- OWEN D.F., 1971-** Species Diversity in Butterflies in a Tropical Garden. *Biological Conservation*, Vol. 3, N°3, pp. 191-198.

**166- OWEN D.F., 1975-** Estimating the abundance and diversity of butterflies. *Biol. Conserv.*, (8), 173-183.

**167- PERRON J.M., 1994-** La conservation des spécimens d'insectes. Techniques Entomologiques. *Insectes*, n° 93(2), 21-24p.

**168- PETIT S., THENAIL C., CHAUVEL B., LE COEUR D., et BAUDRYJ., 2008-** Les apports de l'écologie du paysage pour comprendre la dynamique de la flore adventice. *Innovations Agronomiques*, 3: 49-60.

**169- PINNA S., 2010-** Le mont Royal : un refuge urbain pour la faune indigène de papillons. *Le naturaliste Canadien*, 134, 1, pp.13-22.

**170- POLLARD E., 1977-** A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Boil. Conserv.* (12), 115-134.

**171- POLLARD E., 1982-** Monitoring butterfly abundance in relation to the management of a nature reserve. *Biological Conservation*, 24, 317-328.

**172- PORTEB., 2011-** *Estimation de la biodiversité par une méthode simplifiée d'identification des arthropodes : Approche paysagère à l'échelle du territoire viticole des Costières de Nîmes*. Mém. Master II Sciences de l'Environnement Terrestre,

Université Paul Cézanne / Aix - Marseille III, Université de Provence / Aix - Marseille I, France, 75p.

**173- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-***Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S., T. I, Paris, 561p.

**174- QUEZEL P. et SANTA S., 1963-***Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S., T. II, Paris, 571-1165p.

**175- RAÏSSI O., 1995-***Etude agro-pédologique du Sahel algérois*. Ed. Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H.), Alger, 220 p.

**176- RAMADE F., 1984-***Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397 p.

**177- RAMADE F., 2003-***Élément d'écologie, écologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 688 p.

**178- RANDES M.R.W. et SOTHERTON N.W., 1986-** Pesticide use on cereal crops and changes in the abundance butterflies on arable farmland in England. *Biological Conservation* 36: 71-82.

**179- REMINI L., 2007-** Etude faunistique, en particulier l'entomofaune du parc zoologique de Ben Aknoun. Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 244p.

**180- ROBINEAU R., 2007-***Guide des papillons nocturnes de France*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 288 p.

**181- ROCHEFORT S., 2006-** *Impact de différents types d'entretien de pelouses sur l'abondance et la diversité des arthropodes, et potentiel des graminées endophytiques dans la lutte aux insectes ravageurs*. Thèse Philosophie Docteur (Ph.D), Dépt. Phytologie, Fac. sci. agri. alim., Univ. Laval, Québec, 153p.

**182- RUNDLOF M. et SMITH H.G., 2006-** «The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context». *Journal of Applied Ecology*. Vol. 43, n° 6 : 1121-1127.

**183- SABATHE R., MARTY P. et DAUMAS-DUPORT J., 1969-***Etude agro-pédologique de la région du Sahel*. Rapport, société centrale pour l'équipement du territoire, coopération. Pédo. (147), 124p.

- 184- SAHARAOU L., 2011-** Biogéographie des coccinelles d'Algérie. *Actes séminaire Internati. protec. vég., 18-21 avril 2011, Dép. Zool. Agro. for., Inst. nat. agro., El-Harrach* : 118-136.
- 185- SAIGHI H., 1998-** *Biosystématique de cochenilles diaspines des plantes du Jardin d'essai du Hamma et du parc de l'Institut national d'El-Harrach.* Thèse Magister, Inst. nat. agro., El-Harrach, 325p.
- 186- SAMRAOUI B., 1998-** Status and seasonal patterns of adult *Rhopalocera* (Lepidoptera) in north eastern Algeria. *Nachr. entomol. Ver. Apollo*, N.F.19 (3/4): 285-298.
- 187- SAUVAGE C., 1961-** *Recherches géo-botaniques sur les céderais marocaines.* Thèse Doctorat, Univ. Montpellier, 540p.
- 188- SAWCHIK J., DUFRÊNE M. et 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.
- 189- SCHMIDT M.H. et ROSCHEWITZ I., 2005-** Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology* 42(2):281-287.
- 190- SELTZER P., 1946-***Le climat d'Algérie.* Ed. Imp. Typo. Litho., Alger, 219 p.
- 191- SIDI MOUSSA L. et AIT CHERKIT S., 2000-** Problématique environnementale et métropolisation d'Alger. *Séminaire "Alger métropole", Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme (E.P.A.U.), Alger* : 18-20.
- 192- SMAÏ A., IDOUHAR-SAADI H., HADDADJ F., MILLA A., ZENIA S. et DOUMANDJI S., 2014-** Place des insectes dans le comportement trophique du rougegorge *Erithacus rubecula* (Aves, *Turdidae*) dans le Sahel Algérois. *AFPP – Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier –22 et 23 Octobre*, 11p.
- 193- SMALLIDGE P.G. et LEOPOLD D.J., 1997-** Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscape. *Landscape and Urban Planning*, 38:259-280.

- 194- SOUDANT D. et BELIN C., 2011-***Note sur l'approche statistique de la diversité en écologie : Application à l'indice composition pour le phytoplancton.* Ifremer, 21p.
- 195- SPARKS T.H., DENNIS R.L.H., CROXTON P.J. et CADE M., 2007-** Increased migration of Lepidoptera linked to climate change. *Eur. J. Entomol.* 104: 139–143.
- 196- STEFANESCU C., PEÑUELAS J. et FILELLA I., 2005-** Butterflies highlight the conservation value of hay meadows highly threatened by land-use changes in a protected Mediterranean area. *Biological Conservation* 126, 234-246.
- 197- STEFFAN-DEWENTER I. et TSCHARNTKE T., 2000-** Butterfly community structure in fragmented habitats. *Ecology Letters* 3(5)/449-456.
- 198- SUTCLIFFE O.L., BAKKESTUEN V., FRY G. et STABBETORP O.E., 2003-** Modelling the benefits of farmland restoration: methodology and application to butterfly movement. *Landscape and Urban Planning* 63, 15–31.
- 199- STEWART P., 1975-** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. natu. Afri. Nord*, Vol. 1-2 (65) :239-245.
- 200- TAIBI A., BENDJOUDI D., DOUMANDJI S., GUEZOUL O., et BAZIZ B., 2008-** Régime alimentaire de la Pie grièche méridionale *Lanius meridionalis* (Linné, 1758), (Aves, Laniidae) dans deux agro-systèmes en Mitidja (Alger). 3<sup>ème</sup> Journée nati. protec. vég., 7-8 avril. *Inst. nat. agro., El-Harrach*, p.32.
- 201- TALBI-BERRA S., 1998-** *Contribution à l'étude biosystématique des oligochètes des régions d'El-Harrach, du Hamma et de Birtouta.* Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 290p.
- 202- TARRIER M. et DELACRE J., 2008-** *Les papillons de jour du maroc, guide d'identification et de bio-indication.* Ed. Mèze collection Parthénope, Paris, 480 p.
- 203- TAYLOR P.D. et FAHRIG L., 1993-** Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573.
- 204- TENNENT W. J., 1996-***The Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia.* Ed. Gem Publishing Compny, Breghtwell cum Sotwell, Wallingford, Oxfordshire & John Tennent, England, 252 p.

- 205- TERRIEU J. et PRÉAULT-GRÉGOIRE M., 2015-***Travaux pratiques d'écologie : Du terrain au laboratoire, expérimenter pour comprendre l'écologie scientifique.* Ed. Educagri, Paris, 269p.
- 206- THOMAS H., 2009-***Guide de papillons communs de France.* Ed. Sud Ouest, France, 112p.
- 207- THOMAS J.A., SIMCOX D.J. et HOVESTADT T., 2011-** Evidence based conservation of butterflies. *Journal of Insect Conservation* 15, 241-258.
- 208- TOLMAN T. et LEWINGTON R., 1999-** *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord.* Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- 209- TOLMAN T. et LEWINGTON R., 2009-** *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord.* Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- 210- TOLMAN T. et LEWINGTON R., 2015-** *Guide Delachaux Des Papillons de France.* Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 224 p.
- 211- VAN SWAAY C.A.M., BRERETON T., KIRKLAND P. et WARREN, M.S., 2012-** *Manual for Butterfly Monitoring.* Report VS2012.010, De Vlinderstichting/ Dutch Butterfly Conservation, Butterfly Conservation UK & Butterfly Conservation Europe, Wageningen. 12p.
- 212- VILLEMÉY A., 2015-***Trame verte et papillons de jour en contexte agricole : influence du paysage sur la dispersion, la diversité génétique et la composition des communautés.* Thèse Doctorat en Ecologie, Univ. Orléans, France, 200p.
- 213- VON BRANDT I., 2013-** *Insectes et Papillons.* Ed. Hachette Nature, Paris, 256p.
- 214- WEESIE P.D.M. et BELEMSOBGO U., 1997-** Les rapaces diurnes du Ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). *Alauda*, 65(3): 263-278.
- 215- WEIBULL A.C. et ÖSTMAN Ö., 2003-** Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic Appl. Ecol.* 4, 349–361.
- 216- WILCOX B.A. et MURPHY D.D., 1985-** Conservation strategy: The effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125:879-887.

- 217- WOJTERSKI T.W., 1985-***Guide de l'excursion internationale de phytosiologie. Algérie du Nord.* Assoc. Internati. étu. vég., Inst. nati. agro., El-Harrach, 274p.
- 218- WOOD P.A. et 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.
- 219- ZABEL J. et TSCHARNTKE T., 1998-** Does fragmentation of *Urtica* habitats affect phytophagous and predatory insects differentially? *Oecologia* 116 (3) : 419-425.
- 220- ZEMMOURI N., 1997-** *Contribution à l'étude du régime alimentaire et de l'éco-éthologie du gobe-mouche gris Muscicapa striata (Pallas, 1764) (Aves, Muscicapidae) dans un parc du Littoral algérois.* Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 180p.
- 221- ZENATI O., 2002-***Bioécologie de la faune orthoptérologique dans une station à Rouiba et étude du régime alimentaire de Modicogryllus palmetorum (Krauss, 1902) (Orthoptera, Gryllidae).* Thèse Magister, Inst. nat. Agro., El-Harrach, 190p.

# **Annexes**

## Annexes

**Annexe 1.** Présence-absence des espèces de Papillons de jour dans les différentes stations de l'Algérois. Code appliqué aux espèces dans les analyses du Rang/Fréquence, la D.C.A. et de C.A.H.

Code	Espèces	CM	CC	VP	VP'	VA	PEL	MAD	MHA
<b>Pama</b>	<i>Papilio machaon</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Ipfe</b>	<i>Iphiclides feisthamelii</i>	+	-	+	+	+	+	+	+
<b>Pibr</b>	<i>Pieris brassicae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Pira</b>	<i>Pieris rapae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Poda</b>	<i>Pontia daplidice</i>	+	+	+	+	+	+	+	-
<b>Eube</b>	<i>Euchloe belemia</i>	+	+	+	-	-	-	+	+
<b>Anbb</b>	<i>Anthocharis belia belia</i>	+	-	-	-	+	+	+	+
<b>Anbe</b>	<i>Anthocharis belia euphenoides</i>	-	-	-	-	-	+	+	+
<b>Coev</b>	<i>Colotis evagore</i>	-	-	-	-	-	+	+	-
<b>Cocr</b>	<i>Colias croceus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Gorh</b>	<i>Gonepteryx rhamni</i>	-	-	-	-	-	+	+	+
<b>Gocl</b>	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
<b>Tobc</b>	<i>Tomares ballus cyrenaica</i>	-	-	-	-	-	+	+	+
<b>Lyph</b>	<i>Lycaena phlaeas</i>	+	-	+	-	+	+	+	+
<b>Labo</b>	<i>Lampides boeticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Cama</b>	<i>Cacyreus marshalli</i>	+	-	+	-	+	-	+	-
<b>Lepi</b>	<i>Leptotes pirithous</i>	+	-	-	-	+	+	+	-
<b>Cear</b>	<i>Celastrina argiolus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Zika</b>	<i>Zizeeria karsandra</i>	-	-	+	-	-	+	-	-
<b>Arag</b>	<i>Aricia agestis</i>	-	-	+	-	+	+	+	+
<b>Pobe</b>	<i>Polyommatus bellargus</i>	+	-	+	+	+	+	+	+
<b>Poic</b>	<i>Polyommatus icarus</i>	+	-	-	+	+	+	+	+
<b>Dach</b>	<i>Danaus chrysippus</i>	+	-	+	+	+	-	+	-
<b>Chja</b>	<i>Charaxes jasius</i>	+	-	-	+	+	-	-	-
<b>Vaat</b>	<i>Vanessa atalanta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Cyca</b>	<i>Cynthia cardui</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Majj</b>	<i>Maniola jurtina jurtina</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<b>Pae</b>	<i>Pararge aegeria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Spse</b>	<i>Spialia sertorius</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<b>Catr</b>	<i>Carcharodus tripolinus</i>	+	-	-	+	+	+	+	+
<b>Cast</b>	<i>Carcharodus stauderi</i>	-	-	-	-	-	+	+	-
<b>Thac</b>	<i>Thymelicus acteon</i>	-	-	-	-	-	+	+	-

<b>Thha</b>	<i>Thymelicus hamza</i>	-	-	-	-	-	+	+	+
<b>Geno</b>	<i>Gegenes nostrodamus</i>	-	-	-	-	-	+	+	-
<b>Gepu</b>	<i>Gegenes pumilio</i>	+	-	-	-	-	+	+	-
<b>Utpu</b>	<i>Utetheisa pulchella</i>	+	+	+	+	+	-	+	-
<b>Mast</b>	<i>Macroglossum stellatarum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Rhsa</b>	<i>Rhometra sacraria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Asoc</b>	<i>Aspitates ochrearia</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<b>Tylu</b>	<i>Tyta luctuosa</i>	+	-	-	-	+	+	-	-
<b>Aclu</b>	<i>Acontia lucida</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<b>Auga</b>	<i>Autographa gamma</i>	-	-	-	-	+	+	+	-
<b>Hepe</b>	<i>Heliothis peltigera</i>	-	-	-	-	-	+	+	+

**Annexe supplémentaire :** Photographies des principales espèces de Papillons de jour rencontrées dans les deux milieux d'étude

242



*Papilio machaon*



*Iphiclides festhamelii*



*Pieris brassicae*



*Pieris rapae*



*Euchloe belemia*



*Pontia daplidice*



*Colotis evagore*



*Gonepteryx rhamni*



*Gonepteryx cleoptra*



*Lycaena phlaeas*



*Lampides boeticus*



*Cacyreus marshalli*



*Aricia agestis*



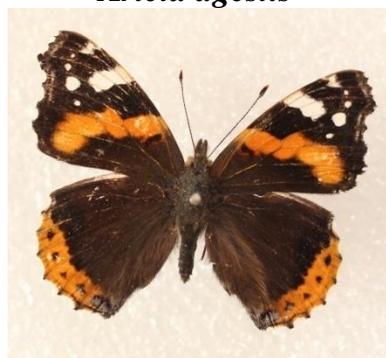
*Polyommatus icarus*



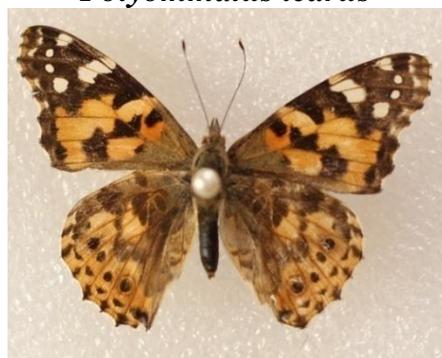
*Danaus chrysippus*



*Charaxes jasius*



*Vanessa atalanta*



*Cynthia cardui*



*Maniola jurtina jurtina*



*Pararge aegeria*



*Utetheisa pulchella*



*Macroglossum stellatarum*



*Rhodometra sacraria*



*Aspitates ochrearia*



*Tyta luctuosa*



*Acontia lucida*



*Autographa gamma*



*Heliiothis peltigera*

# Résumés

## Diversité et écologie des Papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) dans les agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois

### Résumé :

La présente étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de la valeur de la richesse lépidofaunistique des agrosystèmes et des milieux naturels de l'Algérois avec un intérêt particulier pour les Rhopalocères et les Hétérocères diurnes. La collecte des données s'est faite de février 2009 à janvier 2011 dans le Parc zoologique d'Alger, et d'octobre 2009 à septembre 2011 dans la région de Souachette (Commune de Rouïba). L'échantillonnage a été réalisé par le filet à papillon en suivant la méthode de transect. Dans les cinq cultures prospectées, 9 familles de Papillons ont été inventoriées à partir d'un échantillon de 2821 individus. Les Rhopalocères avec une abondance relative de 90,29% dominent la communauté. Ils sont composés de 24 espèces appartenant à 5 familles et 22 genres ; dominés par la famille des *Pieridae* (76,72%). Les familles les plus diversifiées sont les *Pieridae* et les *Lycaenidae* avec 7 espèces chacune. *Pieris rapae* est le papillon le plus dominant du milieu agricole. Le verger d'agrumes est le plus diversifié, mais le plus irrégulier. Les céréales sont les moins riches, et les plus réguliers, alors que le verger de poirier est le plus équilibré. Le plus haut degré de similitude a été noté entre les agrumes et le maraichage (80%) pour la 1<sup>ère</sup> année d'étude, et entre le poirier et les céréales (86%) pour la 2<sup>ème</sup> année de travail. Concernant le milieu naturel, il s'agit du Parc zoologique d'Alger, où trois habitats sont explorés ; pelouse, matorral arboré dégradé et un matorral haut. L'inventaire lépidoptérique a révélé la présence de 1711 individus appartenant à 40 espèces dont 33 Rhopalocères et 7 Hétérocères diurnes. Les *Pieridae* est la famille la plus abondante et la plus riche en espèces. Le papillon le plus fréquent est *Colias croceus* (18,82%) dans la pelouse. *Pieris brassicae* et *Pararge aegeria* présentent une abondance semblable (14,96%) dans le matorral arboré dégradé. Et dans le matorral haut, *Pieris rapae* signale la fréquence la plus élevée (20,89%). Cette dernière, apparaît dans la pelouse pour la 2<sup>ème</sup> année d'étude avec une abondance appréciable (17,99%) d'une part, et d'autre part, *Pararge aegeria* est le plus fréquent avec (30,15%) dans le matorral haut. Concernant les indices de structure appliqués dans ce

milieu, il s'avère que la pelouse et le matorral arboré dégradé sont les plus riches, les plus diversifiées et les moins réguliers et les trois habitats sont plus au moins équilibrés. Pour le coefficient de similarité de Sorensen, une valeur élevée supérieure à 83% est signalée pour la pelouse et le matorral arboré dégradé. Le Rang/Fréquence montre l'ordre d'arrivée des Papillons dans les stations des milieux considérés, suivant leurs fitness liées aux fenêtres de subtilité. L'analyse de la distribution des Papillons par la DCA et la CAH fait apparaître des assemblages en fonction des affinités des Papillons envers leurs habitats.

**Mots clés** : Papillons de jour, diversité, écologie, Agro-système, milieu naturel, Algérois.

## التنوع البيئي للفراشات (Rhopalocères و diurnes Hétérocères) في الأنظمة الزراعية والبيئات الطبيعية بضواحي الجزائر

### ملخص

هذه الدراسة تدخل في اطار تقييم قيمة التنوع للفراشات Rhopalocères و diurnes Hétérocères في الأنظمة الزراعية و البيئات الطبيعية بضواحي الجزائر. تم جمع البيئات خلال فترة ما بين فيفري 2009 وجانفي 2011 في حديقة الحيوانات -الجزائر و خلال فترة ما بين اكتوبر 2009 وسبتمبر 2011 في منطقة سواشات (بلدية روية) باستعمال شراك الفراشات مع اتباع طريقة المسح الشامل. في الخمس المحاصيل الزراعية المعنية بالدراسة تم اسر 2821 فرد ل9 عائلات مع هيمنة ل Rhopalocères بنسبة 90.29%. هذه الاخيرة متكونة من 24 نوعا, 5عائلات و22 جنسا مع تهيمن عائلة *Pieridae* ب 76.72%. العائلتان *Pieridae* و *Lycaenidae* هما الأكثر تنوعا ب7 انواع. *Pieris rapae* هي الفراشة اكثر وفرة في المناطق الزراعية. الحمضيات هي اكثر تنوعا و اقل نظامية. اما محاصيل الحبوب فهي اقل تنوعا وأكثرهم نظاميا وبستان الاجاص هو اكثرهم توازنا. سجلنا اكبر درجة تشابه بين الحمضيات وزراعة الخضر ب80% في العام الاول, وبين بستان الاجاص وزراعة الحبوب ب86% في العام الثاني. فيما يخص البيئات الطبيعية المختلفة بحديقة الحيوانات بالجزائر تمت الدراسة ب3محطات الاعشاب , غابة و ادغال اين تم الحصول على 1711 فرد ل40 نوعا مع 33 نوع Rhopalocères و7 أنواع Hétérocères نهارية. عائلة *Pieridae* هي الأكثر تنوعا ووفرة مع تهيمن *Colias croceus* في محطة الإعشاب, *Pieris brassicae* و *Pararge aegeria* لهما نفس الوفرة ب14.96% في الغابة. أما في الأدغال في *Pieris rapae* سيطرت ب20.89%. هذه الأخيرة سجلت في العام الثاني بنسبة عالية ب17.99% في محطة الأعشاب من جهة *Pararge aegeria* بنسبة 30.15% وتشير الدراسة إلى مؤشر التنوع والتوازن. إن محطة الأعشاب والغابة هما الأكثر تنوعا و اقلهم نظامية وتعتبر المحطات الثلاث متوازنة نسبيا. أما أعلى نسبة تشابه سجلت فكانت بين محطة الأعشاب والغابة ب83%. التحليل باستخدام الرتبة التردد يظهر اجل وصول الفراشات تبعا للزمن من قبل مصحح تحليل المراسلات DCA والمجموعات الهرمية يرصد مجموعات متميزة من الانواع موزعة حسب اختيارهم للمحطات.

**كلمات مفتاح:** الفراشات, البيئة, التنوع, الأنظمة الزراعية, البيئات الطبيعية.

## Diversity and ecology of butterflies (Rhopalocera and diurnal Heterocera) in the agro-systems and natural area in Algiers

### Summary:

This study is part of the richness evaluation of fauna butterflies in agrosystems and natural environments of Algiers, with a particular interest for Rhopalocera and diurnal Heterocera. Data collection took place from February 2009 to January 2011 in the Algiers Zoo and from October 2009 to September 2011 in the region of Souachette (Municipality of Rouiba). Sampling was carried out by the butterfly netting following the transect method. In the five cultures studied, 9 families of butterflies were inventoried from a sample of 2821 individuals. The Rhopalocera with a relative abundance of 90.29% dominate the community. They are composed of 24 species belonging to 5 families and 22 kinds; dominated by the *Pieridae* family (76.72%). The most diverse families are the *Pieridae* and the *Lycaenidae* with 7 species each. *Pierisrapae* is the most dominant butterfly of the agricultural environment. The citrus orchard is the most diversified, but the most irregular. Cereals are the least rich, and the most regular, while the pear orchard is the most balanced. The highest degree of similarity was noted between citrus and market gardening plot (80%) for the first year of study, and between the pear orchard and the cereal plot (86%) for the 2nd year of work. Concerning the natural environment, it is about the Algiers Zoo, or three habitats are explored: grass plot, matorral raised degraded and a high matorral. The fauna butterfly inventory revealed 1711 belonging to 40 species among which 33 Rhopalocera and 7 diurnal Heterocera. *Pieridae* is the most abundant and richest family. *Coliascroceus* is the most frequent butterfly (18.82 %) in grass plot. *Pierisbrassicae* and *Pararge aegeria* presents a similar abundance (14.96 %) in the degraded raised matorral. And in the high matorral, *Pieris rapae* reports the highest frequency (20.89%). The latter appears in the grass plot for the second year of study with a significant abundance (17.99%) on the one hand, and *Pararge aegeria* on the other hand is the most frequent (30.15%) in the matorral high. Diversity and equitability indices showed that the grass plot and degraded raised matorral are the

richest, most diversified and the least regular; the three habitats are balanced more at least. For the coefficient of similarity of Sorensen, a high value superior to 83% is indicated for the lawn and the degraded raised matorral. The Rank / Frequency shows the order of arrival of the butterflies in the stations of the considered environments, according to their fitness linked to the windows of subtlety. Analysis of the distribution of the butterflies by the DCA and the HAC reveals assemblages according to the affinities of the butterflies towards their habitats.

**Keywords:** Butterflies, diversity, ecology, Agro-system, natural environments, Algiers.