



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Thèse pour l'Obtention du

## DIPLÔME DE DOCTORAT

en Troisième cycle

Présentée par : M<sup>elle</sup>. KACHA SAMIRA

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Biologie"

Spécialité: "écologie et préservation des écosystèmes terrestres"

THÈME

### Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie)

*A soutenir le 12/05/2018*

**Devant le jury:**

<b>Président de jury</b>	: M <sup>r</sup> . HASSANI. A	Prof, Univ. Tiaret
<b>Directrice de Thèse</b>	: M <sup>me</sup> . DJERBAOUI. M	MCA, Univ. Tiaret
<b>Co-encadreur</b>	: M <sup>me</sup> . MARNICHE. F	MCA, ENSV. Alger
<b>Examineurs</b>		
	: M <sup>r</sup> . MOKABLI. A	Prof, Univ. El Khemis
	: M <sup>r</sup> . MAATOUG. M	Prof, Univ. Tiaret
	: M <sup>r</sup> . MOHAMMEDI. A	MCA, Univ. Chlef
	: M <sup>r</sup> . GUEMOUR. D	MCA, Univ. Tiaret

**Année universitaire: 2017–2018**

## Remerciements

Je remercie le tout puissant ﷻ qui m'a donné la force et le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de mon travail, il est de mon devoir d'exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation. En effet, cette contribution est le fruit de la participation et le soutien de nombreuses personnes.

Mes plus vifs remerciements s'adressent d'abord à ma directrice de thèse, Mme. Malika Adamou-Djerbaoui, de m'avoir accordé l'honneur de diriger cette étude, pour sa gentillesse, ses conseils et ses qualités humaines ; qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon profond respect.

Je remercie tout particulièrement ma co-encadrante, Faiza Marniche, pour m'avoir fait découvrir le monde des insectes. Elle m'a accueillie dans son laboratoire de Zoologie –Ecole Nationale Supérieure des Vétérinaires – El Alia Alger, avec la plus grande bienveillance, mais surtout pour ces conseils, ses encouragements, sa confiance, son soutien et son amitié. Merci encore une fois pour m'avoir appris certains secrets du monde des insectes.

Ma gratitude est exprimée pour Mr. Willy De Prins, secrétaire de la Société flamande d'Entomologie et rédacteur de la revue entomologique « Phegea » qui a veillé sur le bon déroulement de mon travail, pour son importante contribution dans cette étude à travers ses identifications des lépidoptères et ses connaissances qu'il m'a transmis, son aide infaillible dans l'acquisition de la documentation nécessaire, pour les traductions d'Anglais, merci pour sa patience et sa générosité.

Je tiens également à remercier :

Mr. Hassani A., professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, d'avoir accepté de présider le jury.

Mr. Maatoug Mohamed professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret,

Mr. Mokabli Aissa professeur à l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana,

Mr. Mohammedi Ahmed maitre de conférences à l'université Hassiba Benbouali de Chlef,

Mr. Guemour Djilali maitre de conférences à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret.

Je vous remercie vivement d'avoir accepté de juger ce travail. Je suis très honorée d'avoir pu bénéficier de vos remarques éclairées et tiens à vous assurer de l'estime et de ma profonde gratitude.

Je ne sais combien remercier Mr. Maatoug Mohamed et Mr. Guemour Djilali, pour leurs conseils, leurs encouragements et surtout leurs aides tout au long de ces trois années d'étude.

Mes sorties sur le terrain m'ont permis de prendre conscience de la difficulté d'obtenir des données. Il s'agit nécessairement d'un travail d'équipe qui n'aurait pas été faisable sans la collaboration d'innombrables personnes. Une mention spéciale pour Mr. Mustafa Bensmail, Mr. Mokeddem Sami et Mr. Zedek. Hamza : je ne sais comment exprimer la grande chance d'avoir pu bénéficier de ses expériences sur le terrain durant toutes les sorties. Je tiens à dire que j'ai passé avec eux des moments inoubliables et qu'ils auront pour toujours mon amitié.

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance et mes profonds remerciements à Mr. Chaibe Rachid, pour son aide précieuse, son amabilité, sa générosité, conseils et encouragements, qu'il trouve ma gratitude.

Je remercie énormément Mohamed Ramdani « Jari la3ziz » (Professeur de Mohamed V Agdal. Institut Scientifique Rabat) n'a pas hésité un moment de nous aider et guider avec ses précieux conseils. Merci pour le temps qu'ils m'ont consacré pour me corriger ce manuscrite. Je lui souhaite une carrière brillante.

Mes vifs remerciements vont également à Mr. Mokabli Aissa pour ses orientations, ses conseils, pour le suivi et son soutien lors de la réalisation de cette étude, pour les corrections et les remarques très constructives pour l'amélioration du texte.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr. Moulai Riadh, Professeur à Université de Béjaia, pour leurs soutiens inconditionnels, l'enrichissement de ce travail et leur patience vis-à-vis de mes sollicitations multiples, pour avoir accepté d'expertiser ce travail. Je lui adresse mes sincères salutations.

Un grand merci à Stefan Kerkhof et Wouter Dekoninck pour l'accueil au muséum des sciences naturelles de Belgique et surtout pour la gentillesse et la confiance, pour examiner et photographier les différents exemplaires de la collection lépidoptérique IRSNB.

J'adresse mes hommages et mes remerciements les plus vifs à Mr. Cherir Hamid, qui m'a aidé dans ce travail, et m'a fait bénéficier de ses expériences, je lui serai toujours redevable.

Je tiens à remercier Mr. Belkaid Boualem pour son aide m'aura été d'un grand secours, dans la détermination des espèces végétal.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr Djardini H. Directeur du Parc National de Theniet El Had pour m'avoir autorisé à réaliser mes investigations au sein de son organisme.

Un grand merci et une pensée toute particulière à Cocquempot Christian, spécialiste en Ecologie Animale et Zoologie Agricole à l'ENSA-INRA de Montpellier (France), pour sa bonne humeur permanente, pour sa gentillesse et pour ses conseils.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Mr. Chakali G, Professeur à l'Institut Agronomique d'El Harrach à Alger, pour m'avoir guidée, conseillée et orientée avec beaucoup de pertinence, chaque fois que cela était nécessaire. Je souhaite qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

Je tiens à remercier amicalement Mr. Guido De Prins, Responsable de la section Antwerpen, de profiter de son expérience dans le domaine des Coleophora et les principales techniques de la chasse de nuit, je le remercie pour sa gentillesse et son humour. Je souhaite qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

Mes remerciements les plus sincères vont particulièrement à Theo Garrevoet (président de la Société Flamande d'Entomologie), pour m'avoir fait bénéficier de sa compétence, pour le temps précieux qu'il a bien voulu m'accorder, pour son accueil à sa collection spécialisée en Sesiidae de la région paléarctique, les conseils qu'il m'a prodigués, et surtout pour sa gentillesse et son humour.

Merci également à Jurgen Couckuyt (responsable du Centre de Visiteurs "Molsbroek"), spécialisée dans les papillons de jour; pour son accueil et sa disponibilité.

Mes sincères remerciements à Steve Wullaert (responsable du site [www.bladmineerders.be](http://www.bladmineerders.be)) Pour son amitié, sa gentillesse et aussi toute l'expérience qu'il a bien voulu partager avec moi pendant diverses excursions entomologiques.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à Albert Legrain, spécialiste des Noctuoidea paléarctiques et afrotropicales. Pour son aide, sa gentillesse sa générosité et son humour.

Je tiens à remercier aussi Mr. Makhloufi A, Directeur de la Bibliothèque Centrale, Université de Tiaret, Mr. Tayeb Kerris directeur du Parc National de Gouraya (Bejaia). Ils m'ont aimablement fourni de précieux documents concernant l'entomologie forestière et les insectes ravageurs.

Je tiens à remercier Mme. Zenia Safia Maitre Assistante à l'Ecole Nationale Supérieure des Vétérinaires – El Alia Alger, qui m'a gentiment aidé dans les traitements statistiques, je lui adresse mes sincères salutations.

Mr. Mohamed Ait hammou à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, pour ses énormes qualités aussi bien humaines que professionnelles et pour ses précieux conseils.

J'aimerais remercier de tout cœur le plus proche mes amis pour leur compréhension et leur soutien moral, je leur adresse ma profonde gratitude. Dhaouia, Yasmin, Haouaria, Fatiha, Faiza, Amel, Aicha, Zohra, Bakhta et Imene Bouzaamouche.

Je souhaite tout le bonheur possible à mes meilleurs amis Houaris, Miloud et Aissa.

Les prunelles de mes yeux (Fatiha Merdaf et EL Hadj Abdoune), En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

Je remercie vivement toutes les personnes du parc national de Theniet el Had, qui m'ont accueillie et aidée pour la réalisation de ce travail et surtout Mr. Seddiki N, Mr. Masloub A, Mr. Baghloul Dj et Bilal.

J'adresse particulièrement ma reconnaissance et mon affection les plus sincères à Mr. Mustafa Bensmail, pour m'avoir facilité la réalisation de ce travail. Pour le soutien qu'il m'a apporté tout au long de mon cursus d'étude et surtout durant mes moments les plus difficiles, je lui adresse à travers cette page mon plus profond respect, sans sa patience, ses encouragements son aide rien n'aurait été possible.

Je ne terminerai pas sans remercier de tout cœur la famille de Mr. Willy de Prins et en particuliers Mme Jurate pour son accueil et sa gentillesse.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail et qui m'ont soutenue et supportée dans les moments difficiles.



# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents*

*Toute ma famille*

*Tous mes amis*

*Tous ceux qui*

*me sont*

*chers*

*Samira*

## Remerciements

Je remercie le tout puissant ﷻ qui m'a donné la force et le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de mon travail, il est de mon devoir d'exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation. En effet, cette contribution est le fruit de la participation et le soutien de nombreuses personnes.

Mes plus vifs remerciements s'adressent d'abord à ma directrice de thèse, Mme. Malika Adamou-Djerbaoui, de m'avoir accordé l'honneur de diriger cette étude, pour sa gentillesse, ses conseils et ses qualités humaines ; qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon profond respect.

Je remercie tout particulièrement ma co-encadrante, Faiza Marniche, pour m'avoir fait découvrir le monde des insectes. Elle m'a accueillie dans son laboratoire de Zoologie –Ecole Nationale Supérieure des Vétérinaires – El Alia Alger, avec la plus grande bienveillance, mais surtout pour ces conseils, ses encouragements, sa confiance, son soutien et son amitié. Merci encore une fois pour m'avoir appris certains secrets du monde des insectes.

Ma gratitude est exprimée pour Mr. Willy De Prins, secrétaire de la Société flamande d'Entomologie et rédacteur de la revue entomologique « Phegea » qui a veillé sur le bon déroulement de mon travail, pour son importante contribution dans cette étude à travers ses identifications des lépidoptères et ses connaissances qu'il m'a transmis, son aide infaillible dans l'acquisition de la documentation nécessaire, pour les traductions d'Anglais, merci pour sa patience et sa générosité.

Je tiens également à remercier :

Mr. Hassani A., professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, d'avoir accepté de présider le jury.

Mr. Maatoug Mohamed professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret,

Mr. Mokabli Aissa professeur à l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana,

Mr. Mohammedi Ahmed maitre de conférences à l'université Hassiba Benbouali de Chlef,

Mr. Guemour Djilali maitre de conférences à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret.

Je vous remercie vivement d'avoir accepté de juger ce travail. Je suis très honorée d'avoir pu bénéficier de vos remarques éclairées et tiens à vous assurer de l'estime et de ma profonde gratitude.

Je ne sais combien remercier Mr. Maatoug Mohamed et Mr. Guemour Djilali, pour leurs conseils, leurs encouragements et surtout leurs aides tout au long de ces trois années d'étude.

Mes sorties sur le terrain m'ont permis de prendre conscience de la difficulté d'obtenir des données. Il s'agit nécessairement d'un travail d'équipe qui n'aurait pas été faisable sans la collaboration d'innombrables personnes. Une mention spéciale pour Mr. Mustafa Bensmail, Mr. Mokeddem Sami et Mr. Zedek. Hamza : je ne sais comment exprimer la grande chance d'avoir pu bénéficier de ses expériences sur le terrain durant toutes les sorties. Je tiens à dire que j'ai passé avec eux des moments inoubliables et qu'ils auront pour toujours mon amitié.

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance et mes profonds remerciements à Mr. Chaibe Rachid, pour son aide précieuse, son amabilité, sa générosité, conseils et encouragements, qu'il trouve ma gratitude.

Je remercie énormément Mohamed Ramdani « Jari la3ziz » (Professeur de Mohamed V Agdal. Institut Scientifique Rabat) n'a pas hésité un moment de nous aider et guider avec ses précieux conseils. Merci pour le temps qu'ils m'ont consacré pour me corriger ce manuscrite. Je lui souhaite une carrière brillante.

Mes vifs remerciements vont également à Mr. Mokabli Aissa pour ses orientations, ses conseils, pour le suivi et son soutien lors de la réalisation de cette étude, pour les corrections et les remarques très constructives pour l'amélioration du texte.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr. Moulai Riadh, Professeur à Université de Béjaia, pour leurs soutiens inconditionnels, l'enrichissement de ce travail et leur patience vis-à-vis de mes sollicitations multiples, pour avoir accepté d'expertiser ce travail. Je lui adresse mes sincères salutations.

Un grand merci à Stefan Kerkhof et Wouter Dekoninck pour l'accueil au muséum des sciences naturelles de Belgique et surtout pour la gentillesse et la confiance, pour examiner et photographier les différents exemplaires de la collection lépidoptérique IRSNB.

J'adresse mes hommages et mes remerciements les plus vifs à Mr. Cherir Hamid, qui m'a aidé dans ce travail, et m'a fait bénéficier de ses expériences, je lui serai toujours redevable.

Je tiens à remercier Mr. Belkaid Boualem pour son aide m'aura été d'un grand secours, dans la détermination des espèces végétal.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr Djardini H. Directeur du Parc National de Theniet El Had pour m'avoir autorisé à réaliser mes investigations au sein de son organisme.

Un grand merci et une pensée toute particulière à Cocquempot Christian, spécialiste en Ecologie Animale et Zoologie Agricole à l'ENSA-INRA de Montpellier (France), pour sa bonne humeur permanente, pour sa gentillesse et pour ses conseils.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Mr. Chakali G, Professeur à l'Institut Agronomique d'El Harrach à Alger, pour m'avoir guidée, conseillée et orientée avec beaucoup de pertinence, chaque fois que cela était nécessaire. Je souhaite qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

Je tiens à remercier amicalement Mr. Guido De Prins, Responsable de la section Antwerpen, de profiter de son expérience dans le domaine des Coleophora et les principales techniques de la chasse de nuit, je le remercie pour sa gentillesse et son humour. Je souhaite qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

Mes remerciements les plus sincères vont particulièrement à Theo Garrevoet (président de la Société Flamande d'Entomologie), pour m'avoir fait bénéficier de sa compétence, pour le temps précieux qu'il a bien voulu m'accorder, pour son accueil à sa collection spécialisée en Sesiidae de la région paléarctique, les conseils qu'il m'a prodigués, et surtout pour sa gentillesse et son humour.

Merci également à Jurgen Couckuyt (responsable du Centre de Visiteurs "Molsbroek"), spécialisée dans les papillons de jour; pour son accueil et sa disponibilité.

Mes sincères remerciements à Steve Wullaert (responsable du site [www.bladmineerders.be](http://www.bladmineerders.be)) Pour son amitié, sa gentillesse et aussi toute l'expérience qu'il a bien voulu partager avec moi pendant diverses excursions entomologiques.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à Albert Legrain, spécialiste des Noctuoidea paléarctiques et afrotropicales. Pour son aide, sa gentillesse sa générosité et son humour.

Je tiens à remercier aussi Mr. Makhloufi A, Directeur de la Bibliothèque Centrale, Université de Tiaret, Mr. Tayeb Kerris directeur du Parc National de Gouraya (Bejaia). Ils m'ont aimablement fourni de précieux documents concernant l'entomologie forestière et les insectes ravageurs.

Je tiens à remercier Mme. Zenia Safia Maitre Assistante à l'Ecole Nationale Supérieure des Vétérinaires – El Alia Alger, qui m'a gentiment aidé dans les traitements statistiques, je lui adresse mes sincères salutations.

Mr. Mohamed Ait hammou à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, pour ses énormes qualités aussi bien humaines que professionnelles et pour ses précieux conseils.

J'aimerais remercier de tout cœur le plus proche mes amis pour leur compréhension et leur soutien moral, je leur adresse ma profonde gratitude. Dhaouia, Yasmin, Haouaria, Fatiha, Faiza, Amel, Aicha, Zohra, Bakhta et Imene Bouzaamouche.

Je souhaite tout le bonheur possible à mes meilleurs amis Houaris, Miloud et Aissa.

Les prunelles de mes yeux (Fatiha Merdaf et EL Hadj Abdoune), En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

Je remercie vivement toutes les personnes du parc national de Theniet el Had, qui m'ont accueillie et aidée pour la réalisation de ce travail et surtout Mr. Seddiki N, Mr. Masloub A, Mr. Baghloul Dj et Bilal.

J'adresse particulièrement ma reconnaissance et mon affection les plus sincères à Mr. Mustafa Bensmail, pour m'avoir facilité la réalisation de ce travail. Pour le soutien qu'il m'a apporté tout au long de mon cursus d'étude et surtout durant mes moments les plus difficiles, je lui adresse à travers cette page mon plus profond respect, sans sa patience, ses encouragements son aide rien n'aurait été possible.

Je ne terminerai pas sans remercier de tout cœur la famille de Mr. Willy de Prins et en particuliers Mme Jurate pour son accueil et sa gentillesse.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail et qui m'ont soutenue et supportée dans les moments difficiles.

## Table des Matières

**Thème : Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie).**

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I - Données sur les lépidoptères.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.- Grandes lignes de la taxonomie des espèces de papillons.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.2.- Classification.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.- Caractéristiques.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.- Diversité et classification.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1.- Les Rhopalocères, ou papillons de jour.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1.1.- Groupe des Rhopalocères (principaux famille).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2.- Les Hétérocères, ou papillons de nuit.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2.1.- Groupe des Hétérocères (principales familles).....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.- Habitat.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5.- La période et le lieu de reproduction.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.- Ecophases et comportement biologique.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.1.- De l'œuf au papillon.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.2.- De la chenille à la chrysalide.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.- De la nymphe à l'adulte.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7.- L'importance des papillons.....</b>	<b>14</b>
<b>1.8.- Notion de protection et conservation de la biodiversité, Cas des lépidoptères.....</b>	<b>14</b>
<b>1.8.1.- Protection.....</b>	<b>15</b>
<b>1.8.2.- Conservation de la biodiversité.....</b>	<b>16</b>
<b>Chapitre II - Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.- Aperçu historique.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.- Situation géographique.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.- Paramètres abiotiques de la région d'étude.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1.- Relief et topographie.....</b>	<b>17</b>

2.3.2.- Conditions géologiques.....	17
2.3.3.- Conditions édaphiques.....	18
2.3.3.1.- Les sols peu évolués d'apport colluvial.....	18
2.3.3.2.- Les sols minéraux bruts d'érosion.....	18
2.3.3.3.- Les sols brunifiés lessivés.....	18
2.3.4.- Hydrographie.....	19
2.3.4.1.- Réseau hydrique.....	19
2.3.4.2.- Les sources.....	19
2.3.5.- Conditions climatiques.....	21
2.3.5.1.- La température.....	22
2.3.5.2.- Précipitations.....	23
2.3.5.2.1.- Synthèse climatique.....	24
2.3.5.2.1.1.- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	25
2.3.5.2.1.2.- Climagramme d'Emberger.....	25
2.3.5.3.- Gelées.....	26
2.3.5.4.- Le vent.....	26
2.3.5.5.- Grêle.....	27
2.3.5.6.- La neige.....	27
2.3.5.7.- Le Sirocco.....	27
2.3.5.8.- L'humidité.....	28
2.4.- Facteurs biotiques de la région d'étude.....	29
2.4.1.- Données bibliographiques sur la faune.....	29
2.4.2.- Données bibliographiques sur la végétation de la région d'étude.....	30
2.4.2.1.- Le groupements à <i>Cedrus atlantica</i> .....	31
2.4.2.2.- Groupement à <i>Quercus ilex</i> .....	31
2.4.2.3.- Groupement à <i>Quercus suber</i> .....	31
2.4.2.4.- Groupement à <i>Quercus faginea</i> .....	31
2.4.2.5. Groupement à pelouses.....	32
<b>Chapitre III : Matériel et Méthodes</b>	
3.1.- Présentation des stations d'étude (P.N.T.E.H.).....	33
3.1.1.- Choix des stations au niveau des cantons.....	39
3.1.2.- Choix et description des habitats des peuplements purs.....	40
3.1.2.1.- Strate arborescente du parc National de Theniet El Had.....	40

3.1.2.2.- Strate herbacé du Parc National de Theniet El Had.....	42
3.2.- Méthodologie.....	47
3.2.1.- Matériel utilisé sur le terrain.....	47
3.2.1.1.- Après une chasse.....	49
3.2.1.2.- Matériels utilisés pour la capture.....	49
3.2.1.3.- Appareil photo.....	51
3.2.2.- Méthodes utilisées sur le terrain.....	52
3.2.2.1.- Période de suivi.....	52
3.2.2.2.- Techniques employées pour l'inventaire.....	52
3.2.2.2.1.- Récolte directe.....	52
3.2.2.2.2.- Drap blanc.....	54
3.2.2.2.3.- Pièges attractifs.....	54
3.2.2.2.4.- Piège à phéromone.....	54
3.2.2.2.5.- Pièges alimentaires.....	55
3.2.2.3.- Quelques méthodes pour attirer les papillons.....	55
3.2.3.- Méthode utilisée au laboratoire.....	56
3.2.3.1.- Matériel expérimental utilisé au laboratoire.....	56
3.2.3.1.1.- Matériel utilisé pour l'étalage.....	56
3.2.3.1.2.- Etalement au laboratoire.....	59
3.2.3.1.3.- Mise en collection.....	60
3.3.- Détermination des espèces récoltées.....	60
3.4.- Génitalia.....	61
3.4.1.- Matériel utilisé pour Génitalia.....	61
3.4.2.- Techniques de montage.....	63
1. Potassage.....	63
2. Nettoyage de l'abdomen et l'extraction des pièces génitales.....	63
3. Déshydratation des génitalia et montage entre lame et lamelle.....	63
4. Séchage.....	64
5. Etiquetages.....	64
6. Prendre des photos.....	64
3.4.- Méthode utilisées pour l'exploitation des données.....	65
3.4.1.- Analyse quantitative.....	65
3.4.1.1.- Richesse totale (Rt).....	65
3.4.1.2.- Richesse moyenne (Sm).....	66

3.4.1.3.- Abondance absolue (n) et l'abondance relative AR (%).....	66
3.4.1.4.- Fréquence d'occurrence (FO) ou constance (C).....	67
3.4.2.- Analyse qualitative.....	67
3.4.2.1.- Indice de diversité de Shannon ( H' ).....	68
3.4.2.2.- Diversité maximale (H'max.).....	68
3.4.2.3. Indice d'équitabilité (E).....	68
3.4.2.4.- Indice de similarité de Sorensen.....	69
3.4.2.5.- Barycentre et Amplitude.....	69
3.5.- Traitements statistiques des données.....	70
3.5.1.- Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	70
Chapitre IV : Résultats et Discussion.....	71
4.1 -Biodiversité des lépidoptères au niveau des stations d'étude.....	71
4.1.1 - Inventaire spécifique du peuplement de lépidoptères échantillonnés.....	71
4.1.2 - Les principales espèces des Hétérocères et Rhopalocères.....	74
4.1.3.- Extraction des génitalia.....	79
4.1.3.1.- Génitalia mâle.....	79
4.1.3.2.- Génitalia femelle.....	79
4.1.4.- Identification de cortège d'espèces végétales.....	82
4.1.4.1.- l'attractivité des lépidoptères par la plante hôte .....	82
4.2.- Analyse de la structure taxonomique.....	86
4.2.1.- Par canton.....	87
4.2.1.1.- Importance relative de la richesse totale lépidofaune.....	88
4.2.1.2.- L'Abondance relative globale (AR %).....	94
4.2.1.3.- Richesse total (S).....	96
4.2.1.4.- Distribution sur les 10 cantons des espèces lépidoptériques.....	99
4.2.1.5. Richesse totale (S).....	99
4.2.1.6. Indice de structure.....	99
4.2.1.7.- Etude indiciaire des communautés lépidoptérique en fonction des espèces.....	100
4.2.1.7.1.- Indice de Shannon H' (bits).....	100
4.2.1.7.2.- Indice de diversité H'max. (bits).....	100
4.2.1.7.3.- Indice d'équitabilité E.....	101
4.2.1.7.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées.....	101

4.2.1.7.5.- Effectifs des espèces lépidoptériques capturées.....	101
4.2.1.8.- Etude indicielle des communautés lépidoptériques en fonction des familles...	102
4.2.1.8.1.- Indice de Shannon H' (bits).....	102
4.2.1.8.2.- Indice de diversité H'max. (bits).....	103
4.2.1.8.3.- Indice d'équitabilité E.....	103
4.2.1.8.4.- Richesse totale (S) et moyenne (sm) des espèces capturées.....	103
4.2.1.8.5.- Effectifs des familles lépidoptériques capturées.....	103
4.2.1.9.- Fréquence d'occurrence des espèces par familles.....	104
4.2.1.10.- Similarité entre les cantons.....	106
4.2.1.11.- Barycentre écologique et amplitude d'habitat.....	108
4.2.1.12.- Exploitation des espèces de lépidoptère par famille et par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.).....	116
4.2.1.12.1.- Contribution des axes 1 et 2 .....	116
4.2.1.12.2.- La participation des cantons pour la formation des axes 1 et 2.....	117
4.2.1.12.3.- La participation des familles à la formation des axes 1 et 2.....	117
4.2.1.12.4.- Répartition des habitats suivant les quadrants.....	117
4.2.1.13.- Discussion de lépidofaune dans les dix cantons du P.N.T.E.H.....	120
4.2.1.13.1.- Composition et diversité de la lépidofaune du P.N.T.E.H.....	120
4.2.1.13.2.- Diversité comparée entre les dix cantons du parc national.....	124
4.2.1.13.3.- Distribution de la faune lépidoptérique dans les différents cantons.....	129
Conclusion.....	130
4.2.2.- Par type d'habitat.....	132
4.2.2.1.- Relation importance relative / richesse totale lépidofaune.....	132
4.2.2.2.- Relation importance relative / richesse totale.....	134
4.2.2.3.- Richesse totale (S).....	134
4.2.2.4.- L'Abondance relative globale (AR %) et Richesse (S%).....	142
4.2.2.5.- Etude indicielle des communautés lépidoptérique en fonction des espèces.....	142
4.2.2.5.1.- Indice de diversité de Shannon H' (bits).....	143
4.2.2.5.2.- Indice de diversité maximale H' <sub>max.</sub> (bits).....	143
4.2.2.5.3.- Indice d'équitabilité (E).....	143
4.2.2.5.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées.....	143
4.2.2.5.5.- Effectifs de la composition lépidoptériques.....	144
4.2.2.6.- Etude indicielle des communautés lépidoptérique en fonction des familles.....	144
4.2.2.6.1.- Indice de Shannon H' (bits).....	144

4.2.2.6.2.- Indice de diversité $H'_{\max}$ (bits).....	145
4.2.2.6.3.- Indice d'équitabilité E.....	145
4.2.2.6.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées.....	145
4.2.2.6.5.- Effectifs des familles de lépidofaune.....	146
4.2.2.7.- Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces par familles.....	146
4.2.2.8.- Similarité entre les types d'habitats.....	148
4.2.2.9.- Barycentre écologique et amplitude d'habitat des lépidoptères.....	149
4.2.2.10.- Classement des espèces par habitat.....	156
Clairière.....	156
La yeusaie.....	158
La cédraie.....	160
Subéraie.....	162
Zénaie.....	164
Pinède.....	166
4.2.2.11.- Exploitation par une analyse factorielle des correspondances dans les six types d'habitats.....	168
4.2.2.12.- Exploitation des espèces de lépidoptère par famille et par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.).....	170
4.2.2.12.1.- Contribution des axes 1 et 2.....	170
4.2.2.12.2.- La participation des habitats pour la formation des axes 1 et 2.....	170
4.2.2.12.3.- La participation des familles à la formation des axes 1 et 2 .....	170
4.2.2.12.4.- Répartition des habitats suivant les quadrants.....	171
4.2.2.13.- Discussion de lépidofaune dans les six types d'habitas du P.N.T.E.H.....	172
<b>Conclusion.....</b>	<b>181</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>183</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>189</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>211</b>
<b>Résumés.....</b>	<b>217</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b>	Caractères distinctifs entre "papillons de jour" et "papillons de nuit".....	10
<b>Tableau 2.</b>	Sources hydriques de la Cédraie et leurs principales caractéristiques.....	20
<b>Tableau 3.</b>	Données des températures de la zone d'étude extrapolées de 2006 à 2016.....	23
<b>Tableau 4.</b>	Les données de précipitations mensuelles de la zone d'étude corrigées et extrapolées de 2006 à 2016.....	24
<b>Tableau 5.</b>	Humidité absolue et relative du Parc National de Theniet El Had.....	28
<b>Tableau 6.</b>	La faune du parc national de Theniet el had.....	30
<b>Tableau 7.</b>	Caractéristiques physiques des sites d'étude.....	33
<b>Tableau 8.</b>	Inventaire globale des espèces de lépidoptères aux alentours du parc national de Theniet El Had durant 30 mois d'échantillonnage (2015, 2016 et 2017).....	71
<b>Tableau 9.</b>	Abondance relative globale (AR %) des lépidoptères par familles et par canton.....	94
<b>Tableau 10.</b>	Richesse (S%) des espèces par familles de lépidoptère recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois de l'année 2015/ 2016/2017.....	96
<b>Tableau 11.</b>	Richesse (S%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du Parc National de Theniet El Had par cantons.....	97
<b>Tableau 12.</b>	Richesse totale (S), richesse moyenne (sm), diversité (H') et équitabilité (E) selon les cantons et les 6 types d'habitats.....	10
<b>Tableau 13.</b>	Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les dix cantons en fonction d'espèces.....	102
<b>Tableau 14.</b>	Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les dix cantons en fonction des familles.....	104
<b>Tableau 15.</b>	Fréquences d'occurrences globales (FO%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois des années 2015/2017. selon les cantons.....	106
<b>Tableau 16.</b>	Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqué aux Rhopalocère et Hétérocère dans le parc national de Theniet El Had selon les dix cantons durant les trente mois d'échantillonnage.....	107
<b>Tableau 17.</b>	Classification des espèces de lépidoptères au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitats AH pour le descripteur « différents cantons » durant la période allant de mars 2015 à août 2017.....	108
<b>Tableau 18.</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 de mars 2015 à août 2017.....	111
<b>Tableau 19.</b>	Richesse totale S et nombre d'individu AR exprimé en (%) des lépidoptères par familles et par type d'habitats du P.N.T.E.H.....	142

<b>Tableau 20.</b> Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les différents types d'habitat en fonction d'espèces.....	144
<b>Tableau 21.</b> Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques selon les six types d'habitats en fonction des familles.....	146
<b>Tableau 22.</b> Fréquences d'occurrences globales (FO%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois de l'année 2015/2017 selon le type d'habitat.....	147
<b>Tableau 23.</b> valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqué aux Rhopalocère et Hétérocère dans le parc national de Theniet el had selon les différents types d'habitats durant les trente mois d'échantillonnage.....	148
<b>Tableau 24.</b> Classification des espèces de lépidoptères au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitats AH pour le descripteur « différents types d'habitats » durant la période allant de mars 2015 à août 2017.....	149
<b>Tableau 25.</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 de mars 2015 à août 2017.....	152

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b>	<i>Lycaena phlaeas</i> entrain de butiner un astéracées.....	9
<b>Figure 2.</b>	Œuf du <i>Cymbalophora pudica</i> .....	9
<b>Figure 3.</b>	Au repos, la trompe est enroulée sous la tête (ici un Moro-sphinx).....	9
<b>Figure 4.</b>	Caractères distinctifs entre papillons de jour et papillons de nuit.....	9
<b>Figure 5.</b>	Le cycle vital des lépidoptères, (les larves sont très différentes des adultes).....	11
<b>Figure 6.</b>	Situation géographique du parc national de Theniet El Had.....	17
<b>Figure 7.</b>	Différents types du sol du Parc National de Theniet El Had.....	19
<b>Figure 8.</b>	Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had .....	20
<b>Figure 9.</b>	Source de Djedj el Maa.....	21
<b>Figure 10.</b>	Retenue collinaire de sidi Abdoun.....	21
<b>Figure 11.</b>	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls du P.N.T.H.....	26
<b>Figure 12.</b>	Climagramme d'Emberger.....	26
<b>Figure 13.</b>	Dégâts occasionnées par la neige.....	27
<b>Figure 14.</b>	Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative.....	29
<b>Figure 15.</b>	Carte de végétation du Parc National de Theniet El Had.....	32
<b>Figure 16.</b>	Diversité de la végétation forestière.....	32
<b>Figure 17.</b>	Carte de situation du parc national de Theniet El Had et localisation de différentes stations d'étude dans les 10 cantons.....	39
<b>Figure 18.</b>	Localisation des stations d'étude dans les 10 cantons. Photos prises de Google Earth).....	39
<b>Figure 19.</b>	Localisation des différents types d'habitats.....	44
<b>Figure 20.</b>	Localisation des différents types d'habitats dans le P.N.T.E.H. (Google Earth) .....	44
<b>Figure 21.</b>	Peuplement de <i>Cedrus atlantica</i> .....	45
<b>Figure 22.</b>	Peuplement de <i>Quercus fagenia</i> .....	45
<b>Figure 23.</b>	Peuplement de <i>Pinus halepensis</i> .....	45
<b>Figure 24.</b>	Peuplement de <i>Quercus suber</i> .....	46
<b>Figure 25.</b>	Peuplement de <i>Quercus ilex</i> .....	46
<b>Figure 26.</b>	Clairière (pelouse) « Rond point ».....	46
<b>Figure 27a.</b>	Boîte de stockage (boîte alimentaire: 21 cm x 15 cm, hauteur 10 cm .....	48
<b>Figure 27b.</b>	Pochette cristal de grand format : 11 cm x 6 cm.....	48
<b>Figure 27c.</b>	Petit rectangle de papier hygiénique de 5,7 cm x 9,7 cm .....	48
<b>Figure 27d.</b>	Compresse larges Monoprix à bords arrondis 11 cm x 9 cm ; épaisseur 0,5 cm .....	48
<b>Figure 28.</b>	Piège à phéromone.....	48
<b>Figure 29.</b>	Localisation et organisation des spécimens dans les pochettes.....	50
<b>Figure 30.</b>	Filet fauchoir (Grand Modèle).....	50
<b>Figure 31.</b>	Filet Fauchoir (Petit Modèle).....	50

<b>Figure 32.</b> Bocaux en verre avec couvercle.....	51
<b>Figure 33.</b> Matériel de conservation utilisé.....	51
<b>Figure 34.</b> Echantillonnage avec un filet à papillons .....	53
<b>Figure 35.</b> La chasse de nuit .....	53
<b>Figure 36.</b> Piège "bouteille" .....	53
<b>Figure 37.</b> Matériel entomologique indispensable utilisé pour l'étalage .....	58
<b>Figure 38.</b> Exemple pour étaler un papillon .....	58
<b>Figure 39.</b> Boite de collection (présentoir) .....	59
<b>Figure 40.</b> Matériel utilisé pour Génitalia .....	62
<b>Figure 41.</b> Extraction des génitalia .....	62
<b>Figure 42a.</b> Principaux taxons des hétérocères récoltés dans le P.N.T.E.H.....	76
<b>Figure 42b.</b> Quelques taxons de rhopalocères récoltés dans le P.N.T.E.H .....	76
<b>Figure 43.</b> Armature génitale de quelques espèces .....	81
<b>Figure 44.</b> Exemple d'une collection lépidoptérique .....	81
<b>Figure 45.</b> Mâle (à gauche) et femelle (à droite) de <i>Pyralis farinalis</i> accouplés .....	81
<b>Figure 46.</b> Quelques espèces végétales de la strate herbacée « plantes hôtes » .....	86
<b>Figure 47.</b> Comparaison de la diversité entre les Rhopalocères et Hétérocères au niveau du P.N.T. E.H.....	88
<b>Figure 48.</b> Importance relative et la richesse totale lépidofaune en fonction des familles récoltées (en pourcentage %)......	89
<b>Figure 49.</b> Représentation de l'abondance des familles des lépidoptères dans les dix cantons.....	92
<b>Figure 50.</b> Diversité de lépidofaune par famille dans les dix cantons du P.N.T.E.H.....	93
<b>Figure 51.</b> Importance relative (en %) des individus selon les cantons.....	95
<b>Figure 52.</b> Nombre d'individus des espèces de chaque famille.....	98
<b>Figure 53.</b> Répartition des familles inventoriées par cantons, tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance (AFC).....	118
<b>Figure 54.</b> Importance relative globale et la richesse totale lépidofaune en fonction des familles récoltées exprimée en pourcentage (%)......	133
<b>Figure 55.</b> Importance relative (en %) du nombre d'individus au niveau des 06 types d'habitats.....	135
<b>Figure 56.</b> Richesse totale (en %) au niveau des 06 types d'habitats.....	135
<b>Figure 57.</b> Le nombre d'individus des espèces de chaque famille.....	137
<b>Figure 58.</b> Diversité de lépidofaune par famille dans les six types d'habitats du P.N.T.E.H.....	140
<b>Figure 59.</b> Représentation de l'abondance des familles des lépidoptères dans les six types d'habitats du P.N.T.E.H .....	141
<b>Figure 60.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la clairière.....	156

<b>Figure 61.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la yeusaie.....	158
<b>Figure 62.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la cédraie.....	160
<b>Figure 63.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la subéraie.....	162
<b>Figure 64.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la Zénaie.....	164
<b>Figure 65.</b> Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la Pinède.....	166
<b>Figure 66.</b> Distribution spatiale du déférent habitat tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance.....	168
<b>Figure 67.</b> Répartition des espèces inventoriées des familles par cantons, tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance (AFC).....	169

## Liste des abréviations

**A. R. %** = Abondance relative

**AFC**: Analyse Factorielle de Correspondance

**AH** : Amplitude d'Habitat

**°C.** = Dergé Celcius

**F.O. %** = Fréquence d'occurrence

**Fig.** = Figure

**g**: Barycentre

**m.** = Mètre

**N** = Nombres total

**N.** = Nord

**O.N.M.** = Office national météorologique

**P.** = Pluviométrie

**T° moy.** = Températures moyennes

**Tab.** = Tableau



# *Introduction*

## **Introduction**

Les quatre facteurs : climat, sol, végétation et faune, sont interdépendants et contribuent fortement au fonctionnement des écosystèmes naturels et artificiels pour assurer un équilibre dynamique dans le temps. Ces écosystèmes, complexes et variés dans la nature, sont interconnectés entre eux et possèdent en commun le cadre physique (sol et facteurs climatiques : température, pluviométrie et humidité) pour constituer une biocénose propre à chaque unité fonctionnelle, constituée de micro-organismes, végétaux et animaux, comme le montre **Duvigneaud (1980)**.

Selon **Dajoz (1980)**, la classe des insectes est la plus importante en termes de richesse spécifique dans le règne animal. Ce dernier complexe et varié, se distingue particulièrement par sa diversité, son abondance, mais aussi par son occupation des niches écologiques très diversifiées. On distingue dans la classe des insectes des espèces nuisibles à la santé humaine (paludisme, leishmaniose) nuisibles à l'agriculture et aux forêts (processionnaire, rhopalocères ravageurs des légumes et fruits) mais également des espèces utiles (parasites et prédateurs dont le rôle n'est pas négligeable dans la régulation des espèces déprédatrices (utilisés de nos jours dans la lutte biologique pour minimiser les dégâts causés par l'utilisation des produits chimiques ( pesticides, insecticides et fongicides).

Les insectes constituent ~70 % des êtres animaux, avec environ 1 million d'espèces identifiées à nos jours sur notre planète (**Julie, 2009**). Parmi ces insectes, qui représentent environ les trois quarts des espèces animales (**Wilson, 1993**), le groupe des lépidoptères compte plus de 180.000 espèces (**Félix, 2008**) et sont considérés parmi les mieux connus sur le plan de la systématique. Les individus adultes sont généralement visibles et souvent faciles à repérer et à identifier. Les papillons constituent actuellement un groupe taxonomique très privilégié dans la biologie de la conservation des invertébrés (**New et al., 1995**).

Contrairement aux rhopalocères (papillons de jour) pour lesquels existent de nombreux manuels de détermination, les papillons de nuit africains (Hétérocères) comptent parmi les insectes les plus difficiles à identifier. La seule façon de déterminer un papillon de nuit en Afrique du Nord est de se baser sur une collection pour comparer les spécimens. Seules trois collections permettent l'identification des papillons de nuit tropicaux africains : The Natural History Museum (Londres), Museum für Naturkunde der Humbolt-Universität zu Berlin (Berlin) et le Musée royal de l'Afrique centrale (MRAC). (**Dall Asta et de Prins, 2006**).

Leur mobilité permet de suivre leurs réactions aux modifications de leurs milieux de vie, et s'avère être un bon indicateur de l'état de santé des biotopes. Si la structuration de la végétation

(variations de hauteur, recouvrement des surfaces herbacées et arbustives, complexité) est un facteur majeur dans l'apparition ou le développement de certaines espèces, la composition floristique est également primordiale pour leur présence. La présence/absence des plantes nourricières (plantes-hôtes) est un facteur limitant pour le développement des lépidoptères dans une station donnée (**Jaulin et al., 2007**).

Les papillons vivent en interaction avec de nombreuses espèces végétales et animales. Ils sont sensibles aux pesticides, aux conditions climatiques, au fonctionnement naturel des milieux (**Lafranchis, 2000**). Ils peuvent être observés dans les habitats les plus divers, et dans toutes sortes de biotopes (**Hervé, 2009 ; Bellmann, 2012**), et fréquentent tous les écosystèmes terrestres, aussi bien dans les forêts et les prairies que dans les régions marécageuses et les milieux urbains. 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**).

Plusieurs travaux sur les lépidoptères ont été accomplis par divers auteurs ; parmi eux, on cite **Faure, 2007 ; Manil et al., 2009 ; Garon et al., 2013** ; sur la bio indication de ces peuplements dans les écosystèmes qu'ils fréquentent.

Le régime trophique de ces insectes a fait l'objet d'une synthèse publiée par (**Mazel, 1993**). La communication chimique chez ces insectes à travers les molécules chimiques a été réalisée par **Félix (2008)**. Parmi les Lépidoptères, la superfamille des Noctuoidea est la plus importante avec environ 40.000 espèces (**Kristensen, 1999**). Beaucoup de travaux ont été réalisés à travers le monde sur l'inventaire, la bio-écologie et la répartition des lépidoptères. En Belgique, la diversité des lépidoptères a été étudiée par **De Prins (1983, 2008, 2016) ; De Prins et al. (2014, 2015, 2016)**. **Hui-Lin Han (2002)** s'est intéressé à la taxonomie de nouvelles espèces de lépidoptères en Chine. Les travaux de l'analyse de l'ADN ne sont pas négligeables, compte tenu du fait que la biologie moléculaire est la science la plus étudiée actuellement. Plusieurs auteurs se sont investis dans ce domaine, notamment en Allemagne (**Hausmann 1988, 2011, 2015**). **Efetov et al., (2014)** en Ukraine et **Tarmann (2016)** se sont penchés vers les phéromones sexuelles des lépidoptères. En France, la biologie des papillons a été synthétisée par **Martiré et al., (2016)**. Ces auteurs précisent l'habitat et le comportement des lépidoptères. A propos des travaux effectués sur les Tortricidea, il est à mentionner ceux de **Baixeras Almela (2015)** qui a travaillé en Espagne. Les caractéristiques morphologiques externes des papillons ont été publiés par **Tolman et Lewington (1999 ; 2014)**. En Afrique, peu de travaux sont réalisés dans ce sens ; on cite ceux de **Soures (1948)** qui a traité la biologie des espèces de

lépidoptères nuisibles en Tunisie. Au Maroc, **Rungs (1979)** a établi un catalogue de lépidoptères. **Tennent (1996)** a établi un catalogue systématique et écologique des papillons de jour de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie « The butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia ». **Amiet et al., (1995)** ont travaillé sur la biodiversité et la répartition spatiale des Lépidoptères Rhopalocères du Mont Bana de Cameroun.

D'après **Numa et al., (2016)**, 463 espèces de papillons ont été enregistrées dans la Région méditerranéenne, dont 98 sont endémiques. 5% des espèces évaluées sont menacées avec extinction, et que 79% de ces espèces menacées sont endémiques. Cependant, pour plus de 6% des espèces il n'y avait pas suffisamment d'informations disponibles pour évaluer leur risque d'extinction, et ces résultats ont été classés comme données insuffisantes.

Les travaux sur les lépidoptères en Algérie sont peu nombreux et pas assez approfondis.

**Oberthür (1876 ; 1915)** et **Rothschild et al., (1920)** ont réalisé un travail sur la faune lépidoptérologique de l'Algérie, ayant pour objet la répartition et la description des espèces de lépidoptères. **Speidel et Hassler (1989)** ont décrit la faune lépidoptérologique dans le Hoggar et le Tassili. 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, et peuplant les milieux les plus intéressants du Nord-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 Zone arides et semis arides dans la wilaya de Bouira. Nous pouvons aussi citer les contributions de **Berkane (2011)** ; **Arifi et Rahmani (2011)** sur respectivement les papillons de jour 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.

**Chakali et al., (2001)** ont réalisé un travail sur les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Q. ilex*, en Algérie. **Idder-Ighili (2008)** a étudié les interactions biologiques et agronomiques entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* et quelques variétés de dattes dans les palmeraies d'Ouargla. Récemment, les travaux de **Remini et Moulaï (2017)** ont fait l'objet d'une synthèse des lépidoptères dans divers agro-écosystèmes de la Mitidja. D'autre part, la répartition géographique de quelques ordres de la classe des insectes dans le parc de Theniet El Had (Tissemsilt), a fait l'objet d'une synthèse d'une étude bulgare (**Anonyme 1984**). Cette étude évoque succinctement la présence de peu d'espèces de lépidoptères dans ce

parc. Il est à citer aussi les travaux de **Abdelhamid (1992, 1999)** ; **Neggaz (2005)** ; **Chadouli (2005)** ; **Snouci (2005)** et **Fendil (2007)**. Pour cela, la présente étude a pour but de contribuer à ce manque et de réaliser une liste des espèces de lépidoptères dans différents types d'habitats dans une réserve naturelle : Parc National de Theniet El Had.

Dans cette étude synécologique, nous avons traité essentiellement deux parties ; La première est consacrée à une synthèse des données de littérature qui a pour but de donner un aperçu sur les lépidoptères. La faune est présentée sur le plan systématique, cycle de développement et morphologique.

La deuxième partie de ce mémoire de thèse aborde le volet expérimental, scindé en trois chapitres: un chapitre est réservé à l'étude des habitats à travers les différents aspects physiographiques (géographie, géologie, pédologie, climatologie, couvert végétal et faune associée). Le second chapitre traite la méthode adoptée dans cette approche biologique et écologique, le matériel biologique et les méthodes utilisées pour échantillonner la faune dans les différentes stations. Aussi, les diverses méthodes et tests statistiques employés pour le traitement des données sont mentionnés dans le dernier chapitre, les résultats obtenus sont analysés et discutés, et une conclusion partielle et générale achève ce mémoire de doctorat.



# *Chapitre 1*

## *Données sur les*

### *lépidoptères*

## 1.- Généralités sur les lépidoptères

### 1.1.- Grandes lignes de la taxonomie des espèces de papillons

Parmi les 1,7 million d'organismes connus dans le monde (**Bennas, 2002**), les insectes représentent plus de 80% du monde animal. On estime qu'au moins le double des espèces reste à découvrir, à ~ 887500 espèces dans le monde dont environ 35000 en France (**Robert, 2001**). 175 espèces de papillons de jours en Afrique du nord (Algérie, Tunisie, Maroc) dont l'Algérie 120 espèces (**Numa et al., 2016**).

Soit un total de ~ 250.000 d'espèces de lépidoptères est répertorié dans le monde, avec 7% de Rhopalocères » (soit ~ 16.500). La majorité des papillons sont des « Hétérocères » ou papillons de nuit, dont les deux tiers sont des « Microlépidoptères », que l'on appelle vulgairement les mites. Le tiers restant est constitué par les « Macrohétérocères » (noctuelles, géomètres ...), dont un petit nombre vole toutefois le jour. On compte en France, ~5000 espèces de papillons, dont 260 sont des Rhopalocères, 1.640 Macrohétérocères et environ 3.100 microlépidoptères (**Manil, 2014**). Donc ils sont représentatifs d'un grand nombre d'insectes (**Thomas et Clarke 2004; Thomas 2005**), qui constituent une part prépondérante de la biodiversité terrestre. Leur cycle de vie court et leur capacité à se maintenir dans des habitats de petite surface permettent en outre une évaluation régulière de l'état de leurs populations (**Wermeille et al., 2014**).

Les lépidoptères font partie de la classe des insectes dont la forme adulte (imago) est communément appelée "papillon". Comme tous les insectes, ils se caractérisent par trois paires de pattes. Les papillons ont deux paires d'ailes membraneuses constituées d'écailles de couleurs très variées en fonction des espèces. L'étymologie grecque du mot "lépidoptère" provient originellement du mot lepis, « écaille », et pteron, « aile ») (**Leraut, 2014**)

Les lépidoptères sont bien reconnaissables à leurs quatre ailes recouvertes d'écailles formant souvent des dessins; il est cependant quelques espèces dont les ailes sont en grande partie vitreuses (*Sesia, Haemorrhagia*) **Roth, 1980**.

### 1.1.2.- Classification

La position systématique des lépidoptères est la suivante :

**Règne :** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda

**Sous-embr :** Mandibulate

**Classe :** Insecta

**Sous-classe :** Pterygota

**Infra-classe :** Neoptera

**Super-ordre :** Endopterygota

**Ordre :** Lepidoptera

### 1.2.- Caractéristiques

- Grandes ailes recouvertes d'écaillés plus ou moins élargies et aplaties (**Roth, 1980**)
- Armature buccale de type suceur-lécheur avec formation d'une spiritrompe enroulée en ressort par laquelle l'insecte pompe le nectar floral (**Roth, 1980**).
- Les antennes sont longues. Elles se terminent en massue chez les « papillons de jour » et sont de formes variables chez les « papillons de nuit » (**Leraut, 2006**).
- Les ailes antérieure et postérieure d'un même côté sont rendues solidaire par dispositifs d'accrochage avec coaptations des parties, c'est le frein ou le joug.
- L'abdomen est percé de petits trous, les stigmates, qui sont les orifices des trachées (organes de la respiration), par lesquels se font les échanges respiratoires (**Roth, 1980**).
- Larve de type chenille porte sur la face ventrale des fausses-pattes.
- Les larves du papillon à un appareil buccal de type broyeur, pas d'yeux composés mais seulement des ocelles (en 2 groupes de 6).
- Les métamorphoses s'effectuent dans la nymphe ou chrysalide.
- La chrysalide est nue ou enveloppée dans un cocon de soie secrété avant la nymphose par la chenille (**Roth, 1980**).

### 1.3.- Diversité et classification

Les papillons constituent l'ordre des lépidoptères du Sous-embranchement: Mandibulate (Classe des insectes), habituellement divisé en trois grands groupes : les papillons de jour forment celui des rhopalocères, les papillons de nuit celui des hétérocères, tandis que les microlépidoptères groupent différents papillons de petite taille, plus ou moins primitifs, dont les mites. L'envergure des papillons varie de quelques millimètres pour certains

microlépidoptères à 20 cm pour le morphe *Morpho cypris* (Westwood,1851), papillon diurne des régions tropicales du continent américain (Casault, 2009). Les microlépidoptères (Minuscules) sont les plus nombreux et leur taille n'excède parfois pas plus de quelques millimètres (Riou, 2016).

Les papillons de jour et les papillons de nuit se distinguent non seulement par leur mode de vie (diurne ou nocturne), mais aussi par leur morphologie.

### 1.3.1.- Les Rhopalocères, ou papillons de jour

Les rhopalocères, appelés aussi papillons de jour, se distinguent par leurs antennes terminées en massue (Rhopalo = massue ; cère = corne) ; Le nom « papillon » est couramment d'usage pour désigner les papillons de jour. Les papillons de jour sont représentés sur tous les continents du monde, à l'exception de l'Antarctique. Ils sont sans doute, parmi les insectes, ceux qui présentent les plus grandes variations de coloration. Vu leurs couleurs magnifiques, beaucoup d'espèces d'Europe peuvent facilement concourir avec les espèces tropicales (Natur et Umwelt, 2012).

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).

Ils ont de longues antennes fines terminées en massue. Leurs ailes, très grandes proportionnellement au corps, sont souvent de couleurs chatoyantes et jointes verticalement sur le dos au repos (Riou, 2016). La plupart du temps, le corps est mince (Roth, 1980).

#### 1.3.1.1.- Groupe des Rhopalocères (principaux famille)

Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Danaidae, Satyridae, Hesperidae, Drepanidae, Riodinidae.

Les papillons de jour, au repos, se tiennent de différentes manières : certains se posent à plat sur le dessus ou le dessous des feuilles, ailes étendues. D'autres se posent ailes fermées et repliées, sur le dessus ou le dessous des feuilles (Olsen *et al.*, 2000). La position de repos de certaines hespéries est remarquable : elles se tiennent ailes entrouvertes. Les ailes antérieures sont placées presque à la verticale tandis que les ailes postérieures restent dans le plan horizontal (Leraut, 2014).

Les papillons de jour sont d'excellents indicateurs car ils sont étroitement liés à leur environnement et à la végétation (les chenilles se développent sur des plantes hôtes spécifiques et les adultes se nourrissent du nectar des fleurs). Ils sont donc extrêmement

sensibles à toute modification survenant dans leur habitat et réagissent de concert avec le milieu. Il est clair que si une prairie est détruite, la population de papillons qui s'y trouve disparaîtra (**Olsen et al., 2000**).

### 1.3.2.- Les Hétérocères, ou papillons de nuit

Antennes de forme variable Nombreuses espèces ravageuses. Les hétérocères présentent quant à eux des antennes de morphologies diverses (hétéro = autre), souvent filiformes ou à l'aspect de plumet. Ce sont les papillons de nuit, même si certains d'entre eux sont plutôt actifs le jour **Roth (1980)**. Le groupe comprend 102 familles. Parmi les hétérocères, la majorité des espèces sont de très petite taille et présentent des caractères leur donnant une position primitive dans le système phylogénétique de l'ordre des lépidoptères. Les entomologistes sont convenus de les regrouper sous le terme de « microlépidoptères », même si au fil du temps d'autres groupes y ont été englobés malgré la taille résolument grande de leurs représentants. Les microlépidoptères les plus connus sont sans doute les mites de nos maisons. On connaît à ce jour plus de 150.000 espèces de lépidoptères de par le monde. Parmi elles, 41.500 sont présentes (**Dall Asta et al., 2006**).

Les papillons de nuit ont des antennes plumeuses ou en forme de double peigne. Leurs ailes, dont les colorations sont généralement moins vives que celles des papillons de jour, sont repliées horizontalement et vers l'arrière au repos, leurs ailes ne se touchant jamais. Enfin, leur corps est le plus souvent plus court et plus trapu que celui des papillons de jour (**Riou, 2016 ; Olsen et al., 2000**)

Évidemment, la plupart des Hétérocères ne volent que la nuit. Cependant, bon nombre d'espèces sont également diurnes. C'est le cas pour la famille des Zygaenidae qui s'observent régulièrement la journée aux heures les plus chaudes (**Gruwier, 2008**).

#### 1.3.2.1. Groupe des Hétérocères (principales familles)

Les principales familles du groupe des hétérocères sont: Sphingidae, Saturniidae, Citheroniidae, Arctiidae, Ctenuchidae, Noctuidae, Agaristidae, Sesiidae, Lasiocampidae, Geometridae, Notodontidae, Liparidae, Tortricidae, Pyralidae, Bombycidae, Hepialidae Morphologiquement, il n'est pas aisé de décrire les différences avec les rhopalocères tellement la diversité des familles d'hétérocères est grande.

Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous, les "papillons de jour" et les "papillons de nuit" ne se distinguent pas par leurs périodes de vol (**Gruwier, 2008**).

Les espèces d'hétérocères sont bien plus nombreuses que les rhopalocères. En effet, si 124 espèces de papillons de jour ont déjà été recensées en Belgique, il faut compter 2351 espèces de papillons de nuit ! Parmi ceux-ci, 905 espèces (15 familles) sont considérées comme « macro » hétérocères et 1 446 (51 familles) comme « micro » hétérocères (Gruwier, 2008).



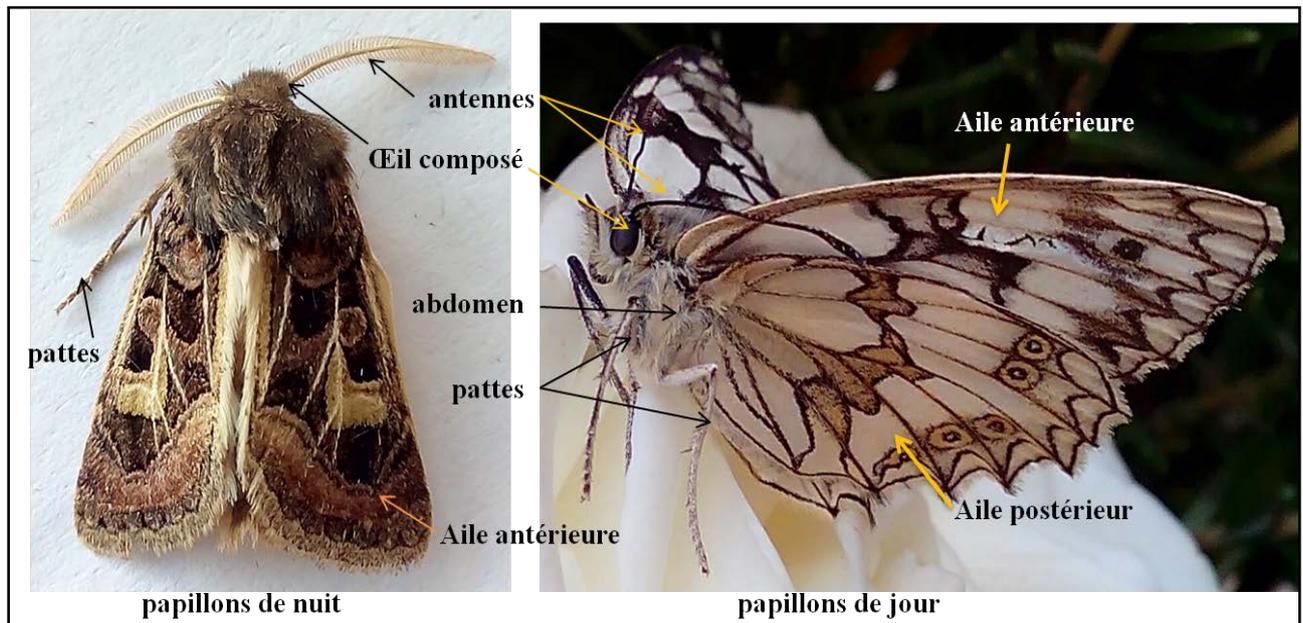
**Figure 1.** *Lycaena phlaeas* entrain de butiner un astéracées (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 2.** Œuf du *Cymbalophora pudica* (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 3.** Au repos, la trompe est enroulée sous la tête (ici un Moro-sphinx) (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 4.** Caractères distinctifs entre papillons de jour et papillons de nuit (Cliché Kacha, 2017)

**Tableau 1. Caractères distinctifs entre "papillons de jour" et "papillons de nuit"**

Rhopalocères papillons de jour	Hétérocères papillons de nuit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antennes, presque toujours en massue.</li> <li>• Ailes antérieures et postérieures non solidaires en vol.</li> <li>• couleurs des ailes, souvent vives et éclatantes</li> <li>• Au repos, les ailes sont redressées ou à plat</li> </ul> Période de vol restreinte aux moments ensoleillés.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antennes, diverse, rarement en massue</li> <li>• Ailes antérieures et postérieures solidaires en vol</li> <li>• couleurs des ailes, souvent ternes</li> <li>• Au repos, les ailes repliées sur l'abdomen</li> </ul> Certains sont diurnes, d'autres nocturnes

D'après (Roth, 1980 ; Olsen *et al.*, 2000; Dall Asta *et al.*, 2006 ; Riou, 2016)

#### 1.4.- Habitat

De nombreuses espèces de papillons sont inféodées à une espèce végétale. En raison de cette contrainte, la répartition de ces papillons est souvent liée à celle de leur plante hôte. D'autres espèces, en revanche, sont plus opportunistes (Leraut, 2006). À l'arrivée de l'hiver, les adultes de certaines espèces migrent vers des contrées plus clémentes. Ainsi, le monarque d'Amérique du Nord hiverne au Mexique, ce qui représente un voyage de plusieurs milliers de kilomètres.

#### 1.5.- La période et le lieu de reproduction

Dans un premier temps, les individus potentiellement reproducteurs doivent avoir une aire de répartition commune lorsque toutes les conditions pour la reproduction sont réunies. La notion de temps est très importante et permet d'éviter la formation d'un hybride entre deux espèces qui vivent au même endroit. Chaque espèce de Lépidoptères a une période de reproduction précise au niveau saisonnier (Félix, 2008).

#### 1.6.- Ecophases et comportement biologique

Les papillons subissent une métamorphose complète et leur cycle de vie comporte quatre stades : l'œuf, la larve ou chenille, la nymphe ou chrysalide, et l'adulte ou imago.

##### 1.6.1.- De l'œuf au papillon

La femelle pond des œufs soit 1 par 1, soit par petits groupes, et plus rarement en masse sur une plante. Elle pond les œufs sur une plante particulière appelée « plante hôte », qui conviendra aux chenilles souvent très exigeantes. Chez certaines espèces cependant, les

œufs sont pondus en vol. Les œufs sont de formes, de couleurs et de tailles (de 0,5 à 3 mm) très différents en fonction des espèces. Après quelques jours (ou au bout de tout un hiver pour certaines espèces), les œufs éclosent pour donner naissance aux chenilles (Noé, 2012).

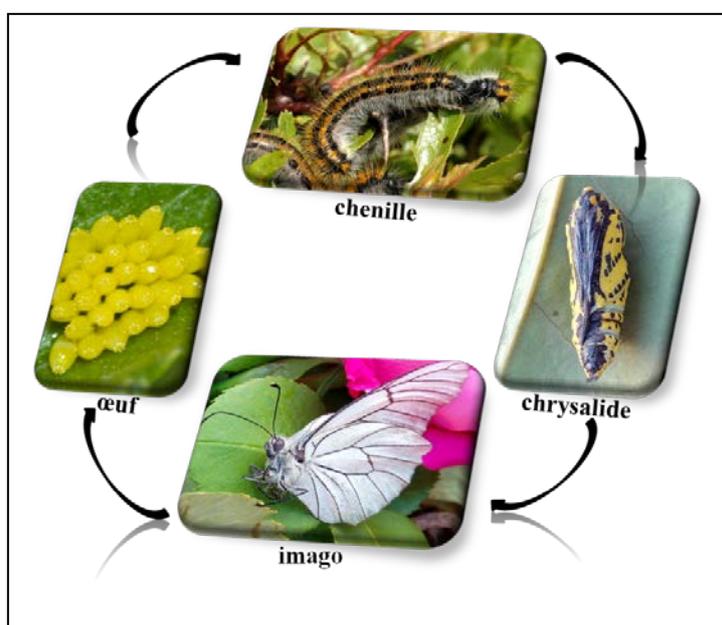
### 1.6.2.- De la chenille à la chrysalide

La chenille, une fois éclosée, grossit très vite en mangeant des feuilles, multipliant plusieurs fois son poids en quelques semaines, ce qui l'oblige à changer régulièrement de peau (les mues). La chenille passe ainsi par différents stades jusqu'à atteindre sa taille maximale (en général 4 stades). Une fois arrivée au bon poids, la chenille cesse de manger et se transforme en chrysalide. La vie de la chrysalide peut aller de 7 jours à plusieurs mois suivant le temps et les espèces.

### 1.6.3.- De la nymphe à l'adulte

Pendant le stade nymphal, le corps se transforme totalement, les organes internes sont réorganisés et les structures externes propres aux adultes se développent : c'est la métamorphose. Les ailes apparaissent, ainsi que de nouvelles antennes et de nouvelles pièces buccales. La métamorphose correspond à la transformation de l'œuf au papillon adulte, la nymphose correspond à la transformation de la chenille en imago (c'est à dire l'adulte).

Selon les espèces, il peut y avoir une ou plusieurs générations (des œufs aux papillons adultes) successives pendant la saison (Noé, 2012).



**Figure 5.** Le cycle vital des lépidoptères, (les larves sont très différentes des adultes)

(Cliché Kacha, 2017)

### 1.7.- L'importance des papillons

Les papillons sont d'abord importants pour la pollinisation de nombreuses fleurs (**Von Brandt, 2013**). La pollinisation des plantes n'est pas le seul fait des abeilles et des bourdons mais bien d'un cortège d'espèces diverses appartenant à des ordres et des familles différentes d'insectes : lépidoptères (papillons de jour et de nuit, sphinx ...), hyménoptères (abeilles, bourdons), certains diptères (syrphides). Sans ces pollinisateurs, de nombreuses plantes seraient incapables de se reproduire **Manil (2014)**. Les papillons sont également d'excellents bio indicateurs de la qualité générale de l'environnement (**Erhardt, 1985; Erhardt et Thomas, 1991; Van Swaay et Van Strien, 2005**). Certaines espèces sont étudiées pour évaluer l'état des pelouses calcaires, des forêts, des zones humides ou de tout autre milieu, y compris agricole et urbain. **Tarrier et Delacre (2008)**, indiquent pour leur part, qu'en Europe, il y a quelques temps que l'on utilise la filière Papillons pour inspecter la santé des écosystèmes, en vue de tabler sur leur durabilité et les ressources qu'ils nous dispensent. Les papillons sont enfin des indicateurs des changements climatiques, comme l'étude de (**Parmesan et al., in Nature, 1999**), il ont montré : sur une cinquantaine d'espèces non migratrices d'Amérique-de-Nord, d'Europe et de Grande-Bretagne, dont les populations ont été évaluées entre 1950 et la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, on a noté un déplacement moyen de l'aire de répartition d'environ 120 km en moyenne vers le Nord, ce qui correspond à 10 % près à ce que donnent les courbes iso thermiques (**Manil, 2014**) et ont pu résister jusqu'à présent à ces nouvelles conditions (**Albouy, 2001**).

Les papillons jouent aujourd'hui encore un rôle clé dans l'équilibre naturel, car ils sont l'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire (**Von brandt, 2013**), et l'un des plus importants par le nombre d'individus consommés. Les principaux prédateurs des papillons sont les oiseaux, qui les apprécient tant sous forme de chenille que d'adulte, mais il faut aussi compter avec les araignées, les batraciens, les chauves-souris, les micro-mammifères, d'autres insectes et naturellement, comme pour tout être vivant, les parasites divers. (**Jérémy et al., 2014**). Mais les papillons ne sont pas que des victimes : comme toute espèce animale, ils interagissent avec les écosystèmes et entretiennent avec les autres espèces des relations de tout type. Symbiose avec les espèces végétales, dont ils assurent la pollinisation, recevant en échange de la nourriture sous forme de nectar. Parasitisme dans le cas de certains azurés de nos régions, qui vont provoquer, par des émanations d'odeurs ou la production d'une substance sucrée, un réflexe de protection chez des fourmis. Ces dernières transportent alors les chenilles au sein de la fourmilière, où elles vont les nourrir patiemment comme leurs propres larves, et même parfois se faire littéralement dévorer par leur invité indélicat!

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**). Menaces cette dégradation est due le plus souvent à l'action des conditions climatiques d'une part et à l'intervention de l'homme d'autre part. La première cause de disparition des espèces est donc la perte et la fragmentation des habitats (**Baillie et al., 2004**) sous l'influence de l'Homme, sont la principale cause de disparition des papillons (**Dajoz, 2000 ; Garon et al., 2013**). 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 destruction des habitats naturels (urbanisation, extraction de la tourbe...), l'utilisation d'insecticides, la standardisation et l'intensification des pratiques agricoles (**Thomas, 2005**). 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. (Remembrement et disparition des haies, diminution du pâturage extensif, enrichissement des prairies et modification des communautés de plantes), l'éclairage électrique nocturne et le changement climatique sont les principaux facteurs de la régression actuelle des papillons (**Thomas, 2005**). La pluie est un facteur déterminant de toute activité biologique. Elle est toujours dépendante de l'altitude. est considéré l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion d'autre part (**Escourou, 1980**). La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation (**Bellmann, 2008 ; Hervé, 2009**). Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (**Dajoz, 1985**).

Le vent a une influence contre versée sur les insectes, d'une part il joue un rôle positif dans la dissémination de certaines espèces, et d'autre part il peut inhiber l'activité de beaucoup d'insectes (**Dajoz, 1980**). Les phénomènes de surpâturage et de piétinement conduisent rapidement à la dégradation du couvert végétal et du sol contribuant à l'appauvrissement généralisé des communautés animales et végétales **Jaulin et Yann Baillet (2017)**.

Au sein du Parc National de T.E.H, les Thérophytes sont les plus représentées par un nombre élevé de thérophytes, indique une forte perturbation du milieu par l'activité anthropozoïque, notamment le pâturage (**Dahmani, 1996**).

La dégradation des milieux naturels en cause ; La destruction importante des milieux naturels et leurs transformations sont les principales causes de ce déclin. Du fait de leur biologie singulière, les papillons de jour sont en effet très sensibles aux modifications de leur environnement. Par exemple, chez la plupart des espèces, les chenilles ne se nourrissent que sur une seule ou quelques plantes spécifiques, appelées “plantes-hôtes”

## **1.8.- Notion de protection et conservation de la biodiversité, Cas des lépidoptères**

### **1.8.1.- Protection**

C’est l’ensemble des opérations visant explicitement à sauvegarder des espèces ou des milieux menacés par les activités humaines. C’est-à-dire à la fois le maintien de l’intégrité des biotopes et de la diversité biologique qui leur est propre ; Mettre en défens un écosystème donné. La protection est devenue un acte très indispensable pour des raisons diverses surtout assurance des différents domaines économiques, écologiques et scientifique (**Ramade, 2008**). Les transformations et les dégradations intervenues pendant les dernières décennies dans les milieux naturels sont les principales causes du déclin des populations de papillons de jour. La forêt est un domicile important pour beaucoup de papillons (**ASPO, 2011**). De nombreuses espèces dépendent d’une gestion forestière précise, adaptée à leurs exigences. Quelques-unes sont fortement menacées. Leur avenir dépend de la manière responsable dont seront traités à l’avenir leurs habitats ; il faut toutefois connaître les mesures nécessaires. 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 distances ou sont migratrices, et ont pu résister jusqu’à présent à ces nouvelles conditions (**Albouy, 2001**). **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. **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. 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**). En effet, la

protection d'un papillon passe par celui de son biotope (Tolman et Lewington, 1999; 2015). 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) ; Cette action devrait assurer un avenir à ces splendides insectes pour qu'ils papillonnent toujours plus nombreux dans nos bois.

### 1.8.2.- Conservation de la biodiversité

La définition du mot Conserver proposée par (Olivier *in* Pasquier, 2012) c'est « ne pas se défaire, ne pas renoncer à maintenir en bon état, faire durer », « préserver de l'altération et de la destruction ». Dans le champ conceptuel de la biologie, la conservation désigne toute action, tout moyen mis en œuvre pour préserver la diversité biologique *in* et *ex situ* (Margules et Pressey, 2000). La gestion rationnelle et prudente des ressources biologiques pour obtenir un bénéfice actuel et durable maximum tout en maintenant le potentiel des ressources pour répondre aux besoins des générations futures. La conservation comprend la préservation, la maintenance, l'utilisation durable, la restauration et l'amélioration de l'environnement naturel (Lagabrielle, 2007). La conservation de la biodiversité a des raisons scientifiques multiples, le fait que de nombreuses espèces végétales et animales ont été anéanties de diverses façons par le passé, un nombre important d'espèces vivantes est condamné à disparaître au cours des prochains siècles, mais la plupart d'entre elles n'étant même pas encore décrites et qui peuvent avoir des applications importantes sur la recherche fondamentale et appliquée (Ramade, 2005 & 2008). 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, Selon Lévêque (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).



# *Chapitre II*

*Présentation de*

*la zone d'étude*

## 2.- Présentation de la zone d'étude

### 2.1.- Aperçu historique

La cédraie de Theniet-El-Had est considérée comme étant « l'une des plus belles curiosités naturelles de l'Algérie » (**Boudy, 1950**). En avril **1843**, le génie militaire entama une importante exploitation abusive des beaux peuplements de cèdres, sans respecter les mesures, sans ordre et sans se rendre compte des difficultés de transport dans la mesure où des arbres énormes furent ainsi abattus et laissés sur place (**Lefebvre, 1894 in Zedek, 1993**).

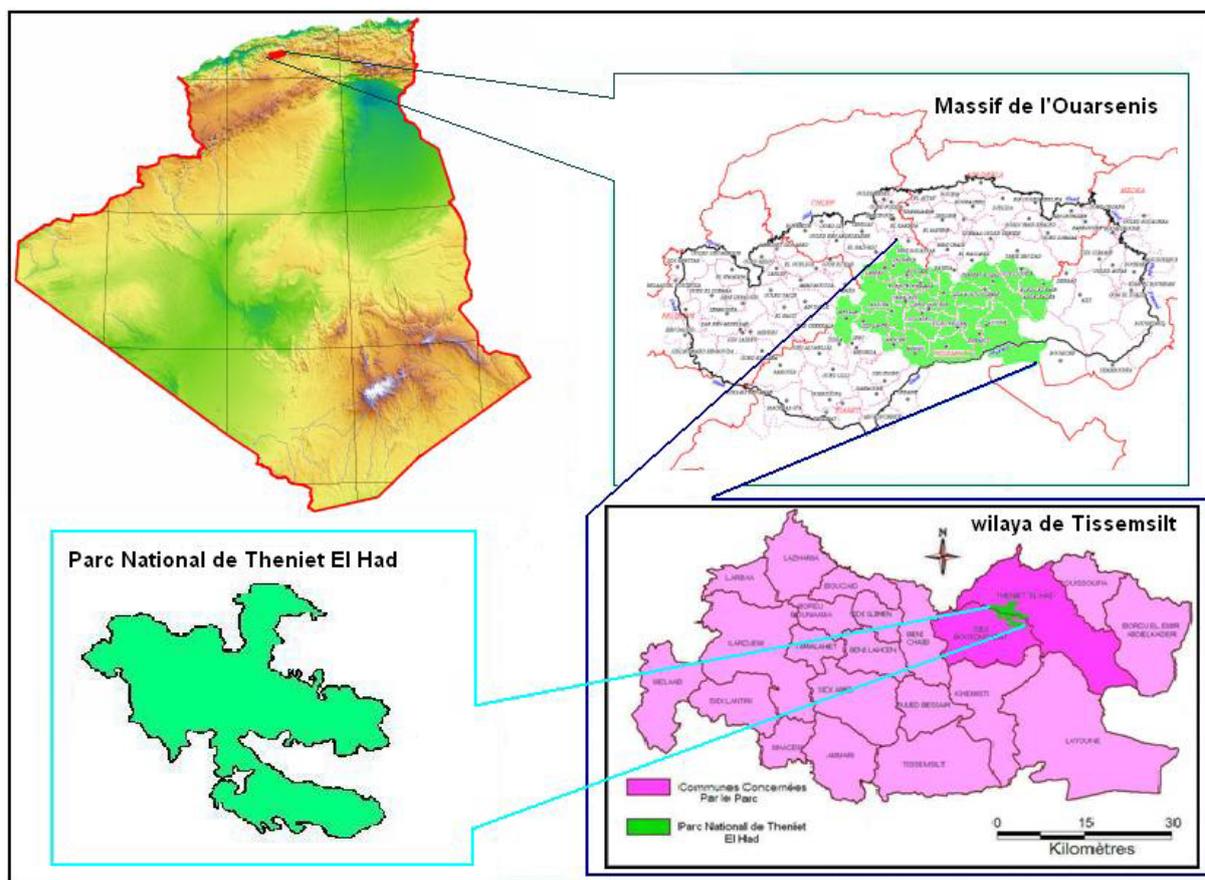
Quelques incendies ont affecté le peuplement de chêne liège du versant sud de la cédraie, essentiellement en **1902, 1903** et **1905** sur une superficie évaluée respectivement à **400, 155** et **130ha (Zedek, 1984)**. Le **03 Août 1923**, la forêt de cèdre fût le premier parc en Algérie à être créé. Cette création fût l'objet d'un arrêté gouvernemental sur une superficie de **1563 ha** prélevé de la forêt domaniale des cèdres (**Anonyme, 1930 in Zedek, 1993**). En **1970** le service forestier entama une exploitation de **500 m<sup>3</sup>** de bois d'œuvre de cèdre (**Zedek, 1984**). Le **23 juillet 1983**, le gouvernement proclama la forêt comme parc national par décret présidentiel N° **83-459** sur une superficie de **3424 ha**. Cette cédraie fût d'un intérêt touristique indéniable comme le fit signaler (**Bonneval, 1930 in Zedek, 1993**).

### 2.2.- Situation géographique

La zone d'étude est située dans le parc national de Theniet-El-Had dans la région septentrionale des monts de l'Ouarsenis (**fig 6**). La forêt occupe les deux versants de Djebel el Meddad qui fait partie de la chaîne sud de l'Atlas Tellien, elle se trouve toute entière dans le Douar el Meddad de la commune de Theniet-El-Had et située dans la partie sud-ouest de la ville à une distance de **1,8 Km**. Le versant nord du Djebel el Meddad occupe les **2/3** de l'aire totale.

Les coordonnées géographiques du parc national sont les suivantes :

- **Latitude** : **35° 54' 4''N** et **35° 49' 41'' N**.
- **Longitude** : **02° 02' 4''E** et **01° 52' 45'' E**.
- **Altitude** : variable entre 858 à 1787 m.



**Figure 6.** Situation géographique du parc national de Theniet El Had (Mairif, 2013)

## 2.3.- Paramètres abiotiques de la région d'étude

### 2.3.1.- Relief et topographie

Le massif montagneux de Djebel el Meddad comporte trois ramifications principales ; Nord, Sud et Ouest. La région étant fortement accidentée, les valeurs des pentes sont élevées surtout dans la partie sud de notre concevoir exposition Nord, elles oscillent entre  $25-50^\circ$  et celles supérieures à  $50^\circ$  dans les cimes séparent les deux versants (Belkaid, 1988).

Elle est comprise entre **1277m** et **1788 m** d'altitude, la crête principale culmine à **1787m** au lieu-dit Ras-El-Braret (Zedek, 1993), le point le plus bas est de **858 m** enregistré dans le canton Djouareb (Belkaid, 1988).

### 2.3.2.- Conditions géologiques

La géologie constitue une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La nature des terrains est un des principaux critères qui conditionne le choix des travaux et mise en valeur (Berrayah, 2004). La forêt repose sur des grès superposés à des

marnes argilo-calcaires (**Lefebvre, 1894 in Zedek, 1993**). Le sol du parc national de Theniet El Had repose sur des grés medjanien appartenant à l'étage méranien (éocène supérieur) (**Boudy, 1950**). **Mateauer (1954)** indique dans ce contexte que :

- La partie centrale du parc est constituée des sédiments oligocènes présentés en faciès "Numedien" constitué de grés à couches épaisses se couchant sur des flyschs argileux ou argilo-marneux.
- Sans oligocène dans les fenêtres d'érosion, on aperçoit les sédiments du Crétacé supérieur qui sont très voilés par de gros apports colluviaux.
- Dans la partie Ouest se localisent les sédiments du moyen Eocène développés surtout en Marno-faciès.
- Les accumulations quaternaires sont très répandues dans les limites du parc. Elles entourent le massif numidiens et sont présentées par des formations grossières d'apport colluvial et éluvial, résultant d'un foudroyage intensif de processus d'éboulement et de glissement.

### **2.3.3.- Conditions édaphiques**

Le sol est l'élément principal de l'environnement et règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat, (**Boukreris, 2008**). Dans le parc national de Theniet-El-Had, on distingue trois types de sols différents selon (**Anonyme, 1984**).

#### **2.3.3.1.- Les sols peu évolués d'apport colluvial**

Ce type de sol est très représenté sur deux versants du parc. Ils sont est très pierreux, en profondeur et à la surface, leur texture est grossière, sans carbonates, très pauvres en matière organique et en éléments nutritifs, peuvent également être acides ou calcaires.

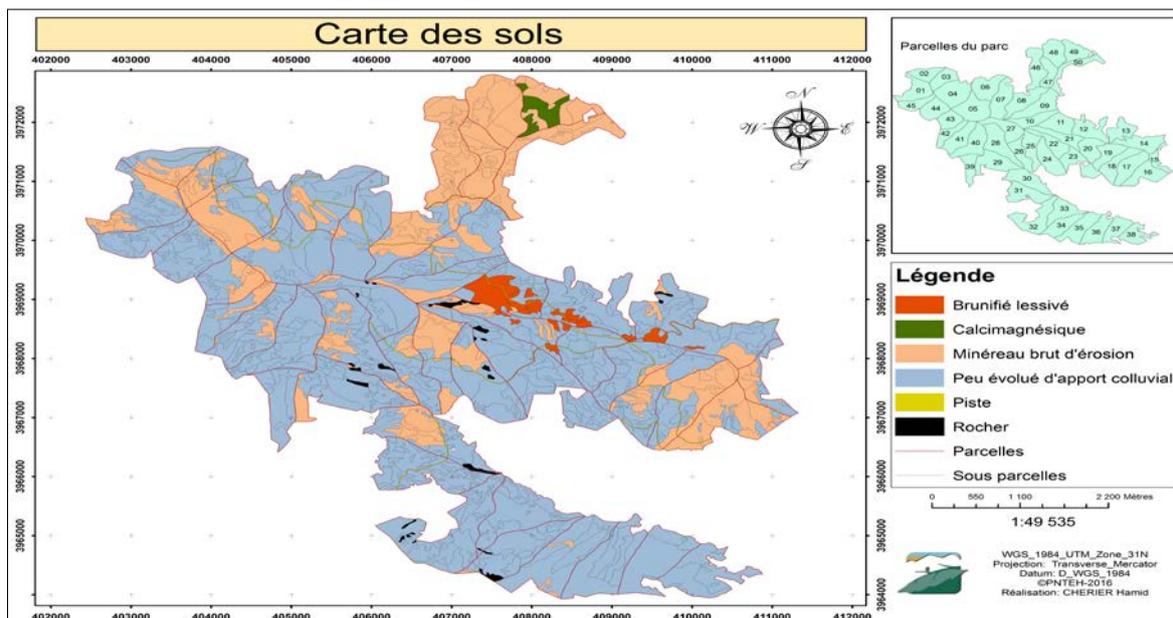
#### **2.3.3.2.- Les sols minéraux bruts d'érosion**

Ce sont des lithosols appartenant à la classe des sols minéraux bruts d'érosion, ces sols se localisent sur les fortes et moyennes pentes où l'érosion hydrique est accentuée.

#### **2.3.3.3.- Les sols brunifiés lessivés**

Dans le parc, ce sol est localisé aux environs de ligne de partage des eaux surtout au niveau des deux versants du piedmont du parc ; vers le nord, dans les cantons de

Ferciouane le long du Oued el Ghoul. Ils sont de type **ABC** de profil pédologique complet, sols légers et riches en argile.



**Figure 7.** Différents types du sol du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.H., 2017)

### 2.3.4.- Hydrographie

A l'intérieur du parc, il n'y a pas d'Oued et il y a beaucoup de sources en différentes localités (Batel, 1990). Dont certaines sont captées et utilisées pour les besoins des riverains, de la faune sauvage et touristes, le tableau suivant présente quelques sources et leurs principales caractéristiques

#### 2.3.4.1.- Réseau hydrique

A la périphérie du parc national, existe deux Oueds permanents :

- Oued el Mouilha au Nord-Est du parc.
- Oued el Ghoul au Sud du parc.

Dans cette zone existe un réseau hydrique très ramifié et souvent temporaire.

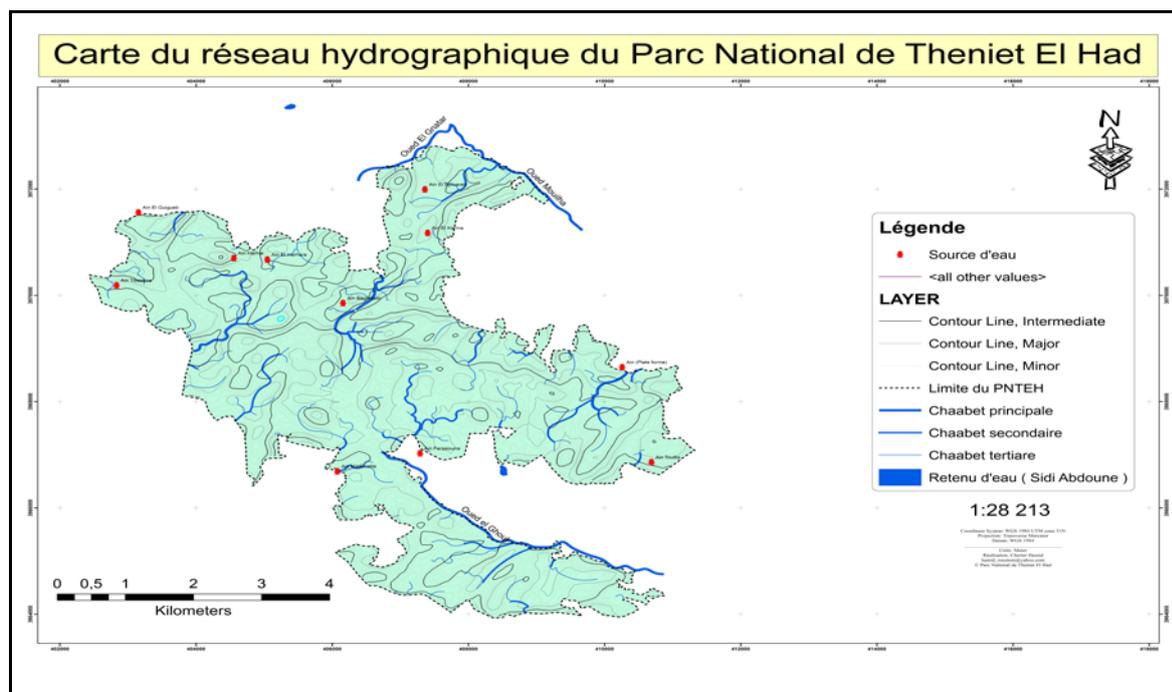
#### 2.3.4.2.- Les sources

Présence de plusieurs sources dans le parc dont certaines sont captées et utilisées pour la faune sauvage et les touristes, parmi les principales :

- Source d'Ain-Harhar.
- Source de Djedj el Maa (fig 9).

- Source de Toursout.
- Source d'Ourten

Présence d'une retenue collinaire dans le canton de sidi Abdoun (fig 10).



**Figure 8.** Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had  
(P.N.T.H., 2017)

**Tableau 2.** Sources hydriques de la Cédraie et leurs principales caractéristiques

Versant	Canton	Altitude (m)	Pente (%)	Expo	Type de Sol	Type de Terrain	Source
Sud	Ferciouane	1300 m	15	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Gsab
		1400 m	12	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Tiguechrine
	Sidi Abdoun	1280 m	10	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Clairière	Ain Koubaniya
		1340 m	8	S	Peu évolué d'apport colluvial	Maison forestière	Ain Touila
Nord	Pépinière	1340 m	15	E	Peu évolué d'apport colluvial	Clairière	Sidi Hrazem
	Pré-Benchohra	1480 m	20	NE	Minéraux bruts d'érosion roche mère Grés colluviaux	Peuplement	Ain Missoum
		1500 m	10	NE	Peu évolué d'apport colluvial	Terrains dénudés	Ain Toursout
	Rond-point	1400 m	33	NW	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Harhar

(P.N.T.H., 2003 in Naggar, 2010)



**Figure 9.** Source de Djedj el Maa.  
(Cliché Kacha, mars 2017)



**Figure 10.** Retenue collinaire de sidi Abdoun. (Cliché Kacha, mars 2017)

### 2.3.5.- Conditions climatiques

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes (Dajoz, 1972 ; Ramade, 1993). En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes (Aouar-Sadli, 2009). L'action multiple de divers facteurs climatiques sur la physiologie et le comportement des insectes et des autres animaux joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie *et al.*, 1980 ; Dreux, 1980 ; Dajoz, 1998 ; Regnier, 2009), rapporte que comme les insectes sont ectothermes, les rythmes des principaux processus physiologiques de leur cycle de vie sont déterminés par les conditions environnementales, notamment la température et les précipitations.

En Algérie, Le climat méditerranéen est défini comme un climat extra-tropical à photopériodismes saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides, l'été, saison plus chaude, étant plus sec (Emberger, 1955).

Le parc national de Theniet El Had appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid où la saison sèche s'étale du mois mai au mois de septembre de l'année. La qualité de pluie, irrégulière durant toute l'année, s'élève en moyenne à 742 mm. La valeur maximale de force du vent a lieu pendant la saison hivernale dont les vents dominants sont ceux du nord et nord-ouest. Les valeurs annuelles de températures minimales et maximales sont aussi variées, selon les saisons (Mairif, 2013).

Pour apprécier le climat qui règne dans notre région, deux paramètres climatiques sont pris en considération : précipitations et températures.

Les données climatiques de la zone d'étude sont très fragmentaires, dû à l'absence d'une station météorologique, on s'est basé d'une part sur la série des données de **Seltzer (1946)**, corrigées par **Melazem (1990)**, qui a calculé des moyennes pluviométriques et thermiques sur une période de 21 ans allant de 1913 à 1938.

Dans cette série, on trouve toutes les données climatiques qui concernent la région (Températures, précipitations, vents, humidité...) et d'autre part sur les données de l'ONM, 1990 pour la période 1966 / 1990 qui renferme uniquement les précipitations de cette période, complétée par des données de la station de Bordj El Amir, située à 20 km à l'Est de la zone d'étude pour la période 1991-2004 (**ANRH, 2004**). Cette station offre les conditions d'homogénéité (altitude, orographie, exposition et distance à la mer) qui sont semblables à la zone d'étude (**Djellouli, 1981 ; Guiot, 1986**).

**Seltzer (1946)** relève qu'à chaque élévation altitudinale de **100m** :

- La pluviométrie augmente de **40mm**.
- La température maximale baisse de **0,7°C**.
- La température minimale baisse de **0,45°C**.

#### **2.3.5.1.- La température**

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

Elle représente un facteur écologique essentiel puisque son influence se fait sentir de façon constante sur les œufs, les larves, les nymphes et les adultes (**Chararas, 1980**). Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**). D'après **Andrewartha et Birch 1954 ; Dajoz (2007)**, la température a un effet indéniable sur la physiologie, le développement et sur le comportement des insectes. Selon **Dreux (1980)**, elle joue le rôle le plus important de tous les facteurs climatiques. La plupart des études démontrent une augmentation du taux de croissance des insectes ravageurs avec l'augmentation des températures (**Fuhrer, 2003 ; Patterson, 1999**). Comme partout en Algérie, dans le parc national de Theniet el had, Les températures minimales sont enregistrés dans le mois de janvier (**0, 2°C**) qui prend d'amplitude jusqu'au mois d'Août (**16, 3°C**). Les maximales sont observées en Août (**32°C**), les températures moyennes sont maximales pendant le mois de janvier de l'ordre de (**4,7°C**) (**Belkaid, 1988**). La haute température

augmente l'évapotranspiration diminue l'humidité du sol et la turgescence des plantes est troublée. En raison de l'absence des données de température dans la station de Theniet El Had, Nous avons utilisé les données de la station de Tiaret, située à 60 Km au Sud-Ouest de la zone d'étude. Le choix de cette station est dicté par l'absence d'une barrière orographique entre les deux stations. En outre, cette station réunit des conditions bioclimatiques assez proches de celles de la station de Theniet El Had (**Sarmoum, 2008**).

Les données de la station de Tiaret qui a une altitude de 1127 m seront extrapolées pour la cédraie, l'altitude moyenne de la zone d'étude retenue est égale à **1411m**, ainsi, la différence altitudinale étant de **284 m**. Le tableau 3 regroupe les températures du parc après extrapolation.

**Tableau 3.** Données des températures de la zone d'étude extrapolées de 2006 à 2016.

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Station de Tiaret	m	1.67	2.37	2.76	5.69	8.90	13.08	17.73	17.15	13.84	10.63	5.09	2.27
	M	13.58	12.27	15.03	20.18	25.01	29.37	36.2	35.12	29.32	25.38	15.91	12.59
	M+m/2	7.62	7.32	8.89	12.93	16.95	21.22	26.96	26.13	21.58	18	10.5	7.43
Zone d'étude	m	0.4	1.1	1.49	4.32	7.63	11.81	16.46	15.88	12.57	9.36	3.82	1
	M	11.6	10.29	13.05	18.2	23.03	27.39	34.22	33.14	27.34	23.4	13.93	10.61
	M+m/2	6	5.69	7.27	11.26	15.33	19.6	25.34	24.51	19.95	16.38	8.87	5.8

S.M.T., 2017 consulté le 10/09/2017

M : Température Maximale ; m : Température minimale ; (M+m)/2 : Température moyenne

La plus grande valeur des températures maximales **M**, soit **34.22 C°**, est enregistrée durant le mois Août, la plus basse température minimale **m**, soit **0.4 C°** est enregistré durant le mois de janvier.

### 2.3.5.2.- Précipitations

L'humidité, qu'elle soit sous forme de précipitation, de rosée ou d'humidité relative, représente un facteur essentiel au développement de la plupart des infections fongiques (**Gagnon et al., 2012**). La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et la répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue (**Ramade, 1984**). La pluviométrie en Algérie est sous l'influence des facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition (**Quezel, et al.,**

1957). L'influence des précipitations est toute aussi importante que celle des températures; c'est surtout leur répartition le long de l'année qui est déterminante à la dynamique de la végétation.

La quantité moyenne des pluies obtenue dans la zone d'étude après extrapolation est de :

- Station de Tiaret (altitude **1127m**) P = **447.45mm**;
- Zone d'étude (altitude : **1411m**) P = **561.05 mm**;

Les données pluviométriques de la zone d'étude sont corrigées à partir de la station de Tiaret, on calcule à priori le coefficient de correction soit :  $561.05/447.45=1.25$

Donc on multiplie par **1.25** toute la moyenne mensuelle de la station de Tiaret enregistrées.

Le tableau montre les valeurs de précipitation enregistrées.

**Tableau 4.** Les données de précipitations mensuelles de la zone d'étude corrigées et extrapolées de 2006 à 2016.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	
<b>P</b> <b>(mm)</b>	1160 m	43.25	57.93	52.95	48.65	33.00	14.27	2.10	7.71	47.24	42.32	61.10	36.92	447.45
	1411 m	54.06	72.41	66.18	60.81	41.25	17.83	2.62	9.63	59.05	59.9	76.37	46.15	561.05

S.M.T., 2017 consulté le 10/09/2017

D'après le Tableau (4) notre région a reçu une bonne quantité de pluie durant le mois de Février (72.41mm). Une faible quantité est enregistrée durant le mois de Juillet (2.62 mm).

### 2.3.5.2.1.- Synthèse climatique

Les données météorologiques ne sont pas toujours utilisées isolément, elles peuvent être combinées entres elles de façon à faire apparaître les périodes ayant une influence (favorable ou défavorable) sur les êtres vivants : les périodes chaudes, les périodes froides, les périodes sèches, les périodes humides. Notre synthèse bioclimatique est établie à partir des travaux de **Le Houerou et al., (1977)** ; **De Martonne (1926)** ; **Bagnouls et Gaussen (1957)** et **Emberger (1930-1942)**, appliquée aux données météorologiques de la région d'étude. La zone d'étude se situe en zone de climat méditerranéen. Ce climat est divisé en deux saisons, une saison sèche s'étale de la fin du mois de mai jusqu'à début du mois de septembre et la saison humide qui s'étale sur les mois qui restent. Plusieurs auteurs se sont attachés à définir ce type de climat. Nous avons utilisé les systèmes de Gaussen et Emberger.

L'établissement du diagramme ombrothermique de la zone nécessite une combinaison de données de précipitations et de températures correspondantes (**Ozenda, 1982**).

#### 2.3.5.2.1.1.- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

D'après l'indice xérothermique de **Bagnouls** et **Gaussen**, un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations mensuelles est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle de ce même mois. Soit :  $P \leq 2T$ .

Avec : **P** : Précipitation mensuelle,

**T** : Température.

Graphiquement, il en ressort que la saison sèche dans la zone d'étude s'étale depuis fin-mai jusqu'à début de septembre qui dure trois mois, tandis que la période humide, s'étend de la fin de septembre jusqu'au fin mai.

#### 2.3.5.2.1.2.- Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique auquel est soumise une station donnée (**Emberger, 1942**). Il est déterminé à partir de l'indice de **Stewart (Q<sub>2</sub>)**, sur la base des valeurs de précipitation annuelle (mm), de la température maximale du mois le plus chaud (M) et de la température minimale du mois le plus froid (m). La formule proposée est d'une expression :

$$Q_2 = K (1/M-m) (P/M+m)/2)$$

**K** : Constante=1000

**P** : Précipitation moyenne annuelle en mm

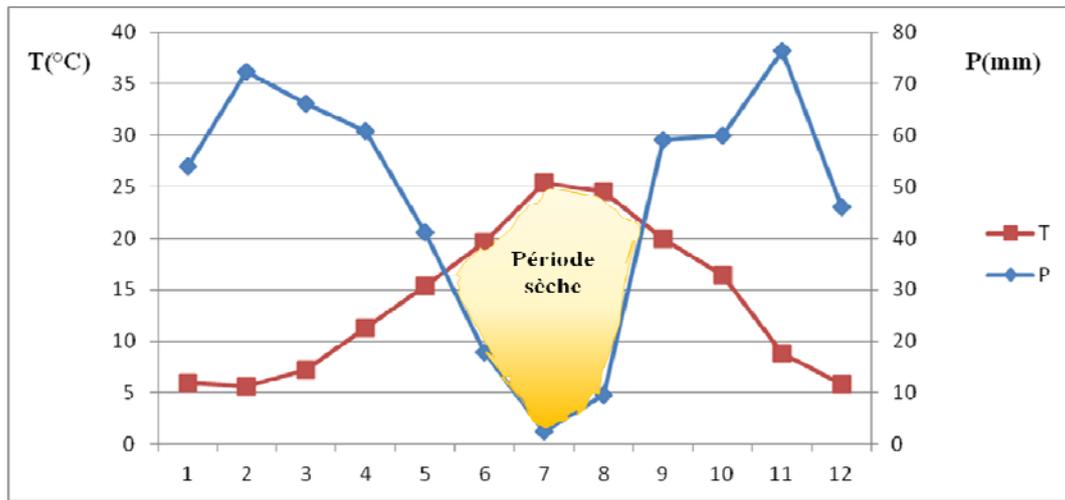
**M** : Température maximale du mois le plus chaud en °K

**m** : Température minimale du mois le plus froid.

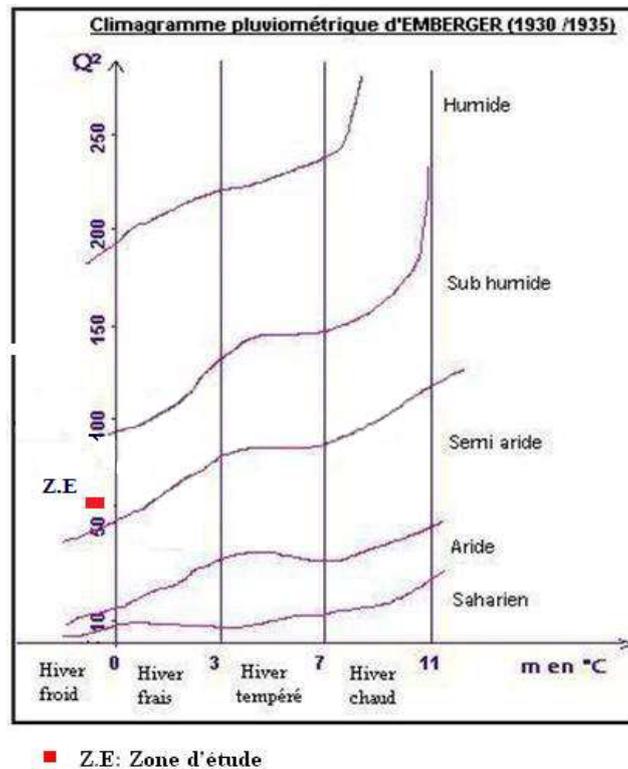
**Stewart (1969)** a établi pour l'Algérie et le Maroc à partir d'une simplification de la formule précédente du quotient pluviométrique, l'expression suivante :

$$Q_2 = 3.43 (P/M-m)$$

En utilisant cette formule, la valeur de **Q<sub>2</sub>= 55,58** calculée pour la zone d'étude ; On constate que cette dernière se trouve dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid où la saison sèche s'étale du mois de mai au mois de septembre de l'année. Les valeurs du tableau 3 et 4 ont permis de tracer le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (Fig.11).



**Figure 11.** Diagramme ombrothermique de Gausson et Bagnouls du Parc National de Theniet El Had



**Figure 12.** Climagramme d'Emberger

### 2.3.5.3.- Gelées

D'après Zedek (1984) les gelées blanches sont fréquentes en hiver et absentes en été.

### 2.3.5.4.- Le vent

Selon Seltzer (1946), les vents dominants sont ceux de direction Nord-Ouest (N.W) et Nord (N) respectivement avec une fréquence moyenne de 28 et 17. Ces vents ont

une action desséchante sur le phénomène de transpiration de la cédraie surtout en période estivale. Parfois ils contribuent à la destruction de quelques sujets dépérissant (chablis) surtout sur les hautes cimes.

#### 2.3.5.5.- Grêle

La fréquence de grêle est faible durant toute l'année (Seltzer, 1946). La diminution de celle-ci est remarquée avec la période estivale ce qui explique l'influence des hautes températures en altitude sur l'apparition de grêle.

#### 2.3.5.6.- La neige

Vu l'existence de la zone dans les hautes altitudes, la chute de neige est très intense surtout dans la période hivernale, ainsi on constate que ce phénomène est remarqué entre la ville et la forêt. La neige persiste jusqu'à l'arrivée du printemps, Notons enfin que plus la durée d'enneigement au sol persiste, plus le potentiel hydrique du sol augmente (Hadji, 1998).



Figure 13. Dégâts occasionnées par la neige (Cliché Kacha, mars 2017)

#### 2.3.5.7.- Le Sirocco

C'est un vent sec qui souffle du Sud (S) ou Sud-Ouest (SW), quelques fois de l'Est, il est rare en hiver et fréquent en été (Batel, 1990). Les habitants de la région l'appellent « Guebli ou chergui » parce qu'il souffle de l'Est (Melazem, 1990).

### 2.3.5.8.- L'humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (**Dreux, 1980**). Selon **Dajoz (1985)**, l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces, sur la fécondité et le comportement. L'humidité de l'air est un élément atmosphérique très important ainsi que Gaussen insiste sur le rôle de l'humidité relative à l'égard de la végétation et la qualifie de « première importance ».

Selon le tableau 3 ainsi que la figure 31, on peut dire que :

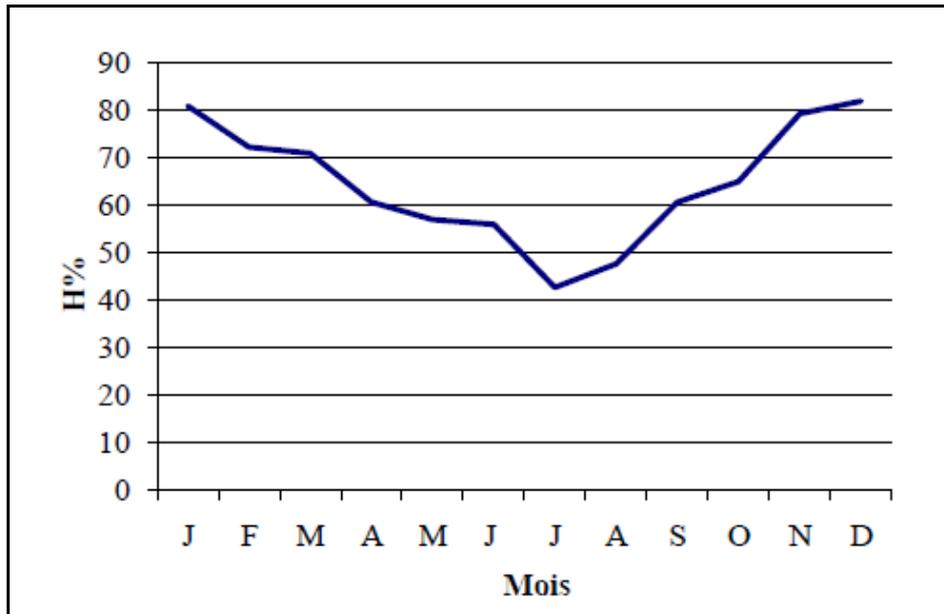
- L'humidité relative annuelle est plus élevée, ceci s'explique par l'effet de l'éloignement de la mer.
- L'humidité relative est plus élevée en hiver qu'en été, ceci est dû à l'effet de la température qui est plus élevée en été qu'en hiver.
- Les maxima sont atteints durant les mois de plus faibles températures.
- L'humidité absolue renseigne sur la quantité d'eau que renferme cette atmosphère, donc il est nécessaire de saisir la quantité d'eau qu'on peut recevoir dans la zone d'étude.
- Les maxima sont atteints en août et juillet où l'on relève que ces maxima se coïncident avec les mois les plus chauds de l'année.
- Les minima sont atteints en janvier et février, ceci coïncident avec les mois les plus froids de l'année.
- Au cours de la journée, la variation de la tension de vapeur est relativement faible.

**Tableau 5.** Humidité absolue et relative du Parc National de Theniet El Had.

	7 heures			13 heures			18 heures		
	T	F	H	T	F	H	T	F	H
Janvier	2.8	4.9	86	6.7	5.5	75	4.6	5.3	82
Février	3.9	4.7	78	8.3	5.4	64	6.0	5.3	75
Mars	5.4	5.4	79	10.5	5.9	62	8.2	5.9	72
Avril	8.3	4.7	69	14.9	6.5	51	12.0	6.5	62
Mai	12.9	7.2	65	19.5	8.2	48	16.4	8.1	58
Juin	16.8	9.2	64	24.0	10.3	46	20.3	10.4	58
Juillet	22.1	9.9	49	30.3	11.5	35	26.1	11.2	44
Août	21.7	10.8	55	30.2	12.5	39	25.5	12.1	49
Septembre	17.8	10.4	69	25.8	12.3	49	20.6	11.6	64
Octobre	12.0	7.6	72	19.0	8.7	53	14.7	8.7	70
Novembre	6.2	6.1	86	10.8	6.9	71	8.1	6.6	81
Décembre	3.8	5.3	88	8.3	6.0	73	5.4	5.6	85
Année	11.1	7.3	72	17.3	8.3	86	14	8.1	67

T : Température (°C) - F : Humidité absolue - H : Humidité relative

Source : (**Ghellab, 1991 in Meziane, 2008**)



**Figure 14.** Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative.

#### 2.4.- Facteurs biotiques de la région d'étude

Les données bibliographiques portant sur les facteurs biotiques sont présentées d'une part pour la végétation et d'autre part pour la faune de la région Theniet El Had

##### 2.4.1.- Données bibliographiques sur la faune

La faune est riche et diversifié, avec les (518) espèces (Tab.6), dont les mammifères, les oiseaux, les insectes, les reptiles, les amphibiens (P.N.T.H., 2017). Nous citerons quelques unes.

**Tableau 6.** La faune du parc national de Theniet el had (P.N.T.H., 2017)

Groupes zoologiques	Quelques espèces
Mammifères (23) dont 13 protégées	- <i>Genetta genetta</i> (Linnaeus, 1758) (La genette commune). - <i>Erinaceus algirus</i> (Lereboullet, 1842) (L'hérisson d'Algérie). - <i>Lepus capensis</i> Linnaeus, 1758 (le lièvre brun). - <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758 (le sanglier). - <i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758) (le mulot sylvestre). - <i>Vulpes vulpes</i> Frisch, 1775 (le renard roux) - <i>Canis aureus</i> Linnaeus, 1758 (le chacal doré)
Oiseaux (101) dont 37 protégées	- <i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758) (l'aigle royal) - <i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758 (le guêpier d'Europe) - <i>Picus vaillantii</i> (Malherbe, 1847) (pic de Le Vaillant) - <i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus, 1758) (le verdier)
Reptiles (18) dont 09 protégées	- <i>Agama impalearis</i> Boettger, 1874 (agama ) - <i>Testudo graeca</i> Linnaeus, 1758 (tortue grecque) - <i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linnaeus, 1758) (chameleon commun)
Arachnides	- <i>Buthus occitanus</i> (Amoureux, 1789) (scorpion jaune)
Myriapodes	- <i>Ioulos. Sp</i> (ioule) - <i>Scolopendra.sp</i> (scolopendre)
Amphibiens (05) dont 1 protégé	- <i>Pelophylax saharicus</i> (Boulenger in Hartert, 1913) (Grenouille Verte) - <i>Hyla meridionalis</i> Boettger, 1874 (méridionale)
Insectes 367 dont 32 protégées	- <i>Raphidia notata</i> (Fabricius, 1781) (Raphidie tachetée) - <i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758 (Machaon) - <i>Melanarigia galathea</i> (Linnaeus, 1758) (Demi-deuil) - <i>Vanessa atlanta</i> (Linnaeus, 1758) (Vulcain) - <i>Buprestis rustica</i> Linnaeus, 1758 (Buprestre) - <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) (Le Myrti) - <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761) (Le Cuivré commun)
Mollusques (04)	- <i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826) - <i>Aporrectodea trapezoides</i> (Dugès, 1828) - <i>Octodrilus complanatus</i> (Dugès, 1828) - <i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)

#### 2.4.2.- Données bibliographiques sur la végétation de la région d'étude

La zone d'étude est très riche en espèces végétales (**624**) composées essentiellement d'herbacées (**548**) dont (**64**) protégées, lichens (**24**), mousses (**13**), champignon (**39**). Les groupements rencontrés au niveau de notre zone sont les suivants :

#### 2.4.2.1.- Le groupements à *Cedrus atlantica*

Cette formation trouve des conditions favorables de développement à une altitude de **1350 à 1750m**. Elle s'étend dans les versants Nord et Sud à travers six cantons sur une superficie de 1000 ha (Zedek, 1993), dont le **4/5** occupe les versants Nord et le **1/5** dans le reste du parc. La participation des deux espèces de chêne ; *Quercus faginea* dans les parties plus élevées et limitée, de *Quercus ilex* est répartie surtout comme broussaille : *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*. La couverture herbacée est présentée par un nombre considérable de graminées et de plantes légumineuses : *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *Lolium rigidum*. On note différentes orchidées et fougères comme : *Orchis purpurea*, *Orchis italica*. (P.N.T.H., 2017)

#### 2.4.2.2.- Groupement à *Quercus ilex*

Il est situé à une altitude de **850-1400 m** on la trouve dans tous les expositions occupants les parties basses de la périphérie. Dans beaucoup d'endroits, la forêt est transformée en maquis. En résultant de la dégradation, apparaissent des espèces broussailleuses des genres *Cistus*, *Helianthemum*, *Chamaerops*. Plus considérable est la participation des espèces *Calycotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Daphne gnidium*, *Lavandula stoechas*. (P.N.T.H., 2017)

#### 2.4.2.3.- Groupement à *Quercus suber*

(Avec chêne vert et quelques pieds de cèdre) elle se trouve dans les parties Est du versant Sud du parc, à une altitude de **700m à 1000 m**.

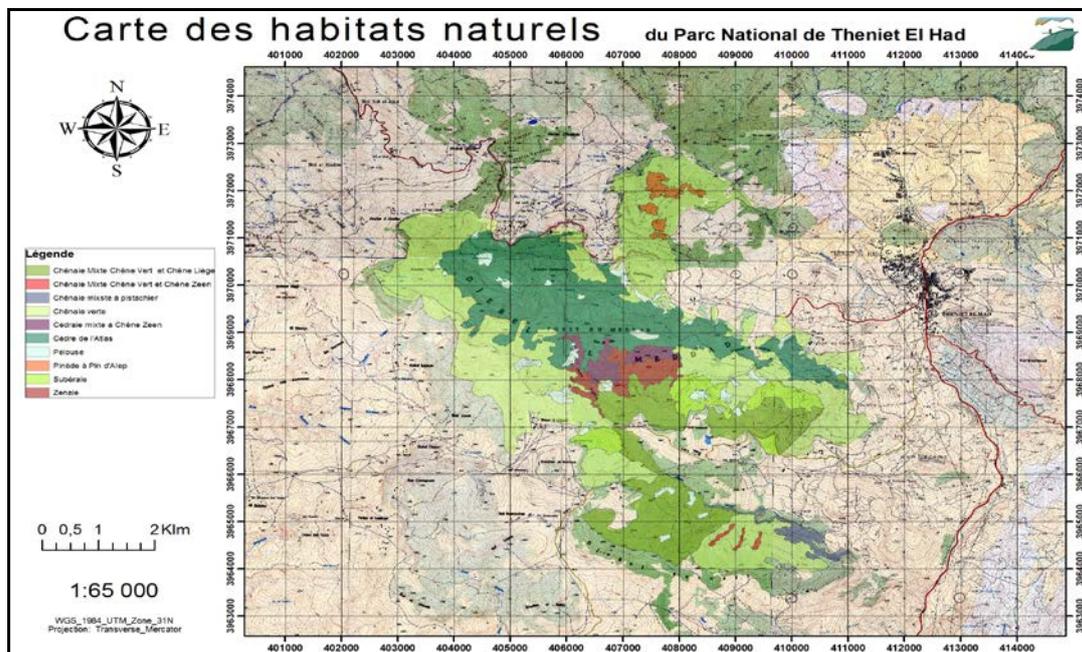
La ressemblance entre les espèces de l'étage arbuste des deux formations (*Quercus ilex* et *Cedrus atlantica*) est transmise aussi dans la formation à *Quercus suber* ; on cite cependant *Cytisus triflorus*, *Genista tricuspidata*, *Calycotome spinosa*. Pour la couverture herbacée, on a la présence de *Poa bulbosa*, *Dactylis glomerata*, *Ampelodesmos mauritanicum*, *Ferula communis*.

#### 2.4.2.4.- Groupement à *Quercus faginea*

(Avec quelques pieds du cèdre) elle se trouve dans le versant Sud et très peu dans le versant Nord, à une altitude de **1400-1500 m**. Les espèces rencontrées dans cette formation sont : *Ampelodesmos mauritanicum*, *Cytisus triflorus*, *Calycotome spinosa*, *Dactylis glomerata*. (P.N.T.H., 2017)

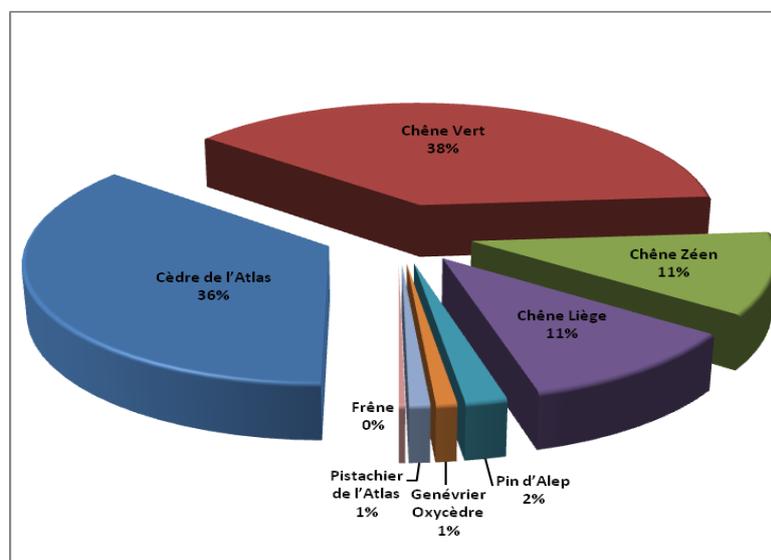
### 2.4.2.5. Groupement à pelouses

Les pelouses se trouvent dans la tranche altitudinale **1200-1300 m**, les espèces rencontrées dans cette formation sont : *Plantago serraria*, *Paronychia argentea*.



**Figure 15.** Carte de végétation du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.H., 2017)

A partir des données floristiques mentionnés par les bulgares, nous avons fait la somme des arbres par parcelle de chaque essence forestière et calculé les pourcentages représentés dans la figure 16.



**Figure 16.** Diversité de la végétation forestière (P.N.T.H., 2017)



# *Chapitre III*

## *Matériel et*

### *Méthodes*

### 3.- Matériel et Méthodes

Dans ce chapitre, deux aspects vont être exposés. Le premier volet consiste à dresser un inventaire détaillé des espèces de tous les lépidoptères visiteurs et autochtones dans le Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H.) et le deuxième volet consiste à évaluer qualitativement et quantitativement la faune lépidoptérologique à travers les différents types d'habitats. nous allons présenter le matériel et les techniques utilisés pendant cette étude ainsi qu'une description détaillée des méthodes de collecte et d'analyse employées, pour enfin nous intéresser aux indices écologiques de composition et une méthode statistique.

#### 3.1.- Présentation des stations d'étude : Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H.)

Dans la zone d'étude, on a matérialisé 68 stations. Définies sur la base des facteurs écologiques (altitude, exposition, pente et type de sol). Cette méthode d'échantillonnage est un moyen facile et efficace pour surveiller la diversité et l'abondance des papillons de jour (**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. Chaque site occupe une superficie d'un hectare environ et regroupe 05 peuplements forestiers purs et une clairière (pelouse), installées à travers les 10 cantons (Tab.7). Les stations des peuplements purs occupent le cœur du peuplement; la cédraie la yeusaie la subéraie la zénaie et la pinaie.

Le choix des sites a été distingué en fonction de leur facilité d'accès et par la diversité et le type de végétation qu'ils offraient. et surtout les conditions de sécurité m'ont conduit à ne pas choisir certain habitats, au niveau du canton Ourten, Kaf-siga et Ferciouane. Nous avons autant que possible privilégié des sites qui présentaient à la fois des habitats humides et secs. Ce choix est fait de sorte que le maximum d'informations soit recueillies afin d'avoir une représentativité globale sur la richesse et la distribution spatiale des lépidoptères dans l'ensemble du territoire du parc (Tab.7).

Tableau 7. Caractéristiques physiques des sites d'étude

Stations	Coordonnées géographiques		Alt (m)	Exp	Type	Esse maj	ESP	Sol	H	P	
	X°	y°									
Kaf Sachine 98 Ha	S5	2.0084°	35.8534°	1483	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Moyennement venant	minéraux bruts d'érosion	sec	38
	S21	2.0116°	35.8496°	1522	E	Terrain dénudés	Groupe ment à pelouses	/	Minéraux bruts d'érosion	sec	8
	S58	2.0139°	35.8511°	1386	N	clairière	Groupe ment à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	7
Pépi nière 82 Ha	S1	2.0071°	35.8552°	1427	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> -IO <i>Cedrus atlantica</i> - <i>Juniperus oxycedrus</i> Crl-isolé	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	20
	S6	2.0031°	35.8540°	1490	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> -Crl- <i>Quercus ilex</i> isolé	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	18
	S3	2.0029°	35.8591°	1364	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> IO <i>Cedrus atlantica</i> Crl-isolé	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	18
	S26	2.0015°	35.8607°	1312	N	clairière	Groupe ment à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	18
	QI	2.0045°	35.8596°	1341	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	18
Sidi Abdoune 232 Ha	S13	1.9870°	35.8419°	1291	SE	peuplement	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	12
	S14	1.9876°	35.8490°	1348	SW	peuplement	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	22
	S15	1.9897°	35.8488°	1328	SW	clairière	Groupe ment à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial brunifiées lessivés	sec	10

	S16	1.9929°	35.8520°	1388	SW	Terrain dénudés	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial brunifiées lessivés	sec	10
	S17	1.9957°	35.8540°	1433	SW	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus suber</i> <i>Juniperus oxycedrus</i>	Bien venant	brunifiées lessivés peu évolués d'apport colluvial	sec	19
	S22	2.0043°	35.8472°	1433	SW	peuplement	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Cedrus atlantica</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	18
	S23	1.9994°	35.8498°	1425	SE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus suber</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	15
	QS	1.9915°	35.8487°	1319	SW	peuplement	<i>Quercus suber</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	15
<b>El Guerouaou 253 Ha</b>	S2	1.9888°	35.8611°	1362	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i>	Moyennement venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	45
	S9	1.9946°	35.8597°	1322	N-NE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Cedrus atlantica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> -isolé	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	22
	S10	1.9867°	35.8620°	1335	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Cedrus atlantica</i> isolé	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	15
	S12	1.9988°	35.8542°	1460	SE	peuplement	<i>Quercus suber</i> <i>Cedrus atlantica</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial brunifiés lessivés	sec	7
	S27	1.9923°	35.8564°	1462	N	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	8
	S36	1.9752°	35.8707°	1380	NE	peuplement	<i>Quercus ilex</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	12
<b>Pré-Ben Chouhra 252 Ha</b>	S4	1.9804°	35.8592°	1462	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> isolé	Moyennement venant	brunifiés lessivés	sec	17
	S7	1.9739°	35.8687°	1368	NE	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	15
	S8	1.9844°	35.8617°	1410	NE	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i>	Moyennement venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	18

	S11	1.9737°	35.8663°	1366	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i>	Moyennement venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	29
	S24	1.9715°	35.8650°	1441	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i> isolé	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	24
	S25	1.9681°	35.8671°	1495	NE	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Quercus faginea</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	20
	S28	1.9721°	35.8683°	1386	NE	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	18
	CA	1.9752°	35.8656°	1362	N	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i>	Moyennement venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	29
	S60	1.9691°	35.8619°	1641	N	peuplement	<i>Quercus faginea</i> <i>Cedrus atlantica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> isolé	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	32
	S29	1.9708°	35.8703°	1432	NE	Terrain dénudé	/	/	peu évolués d'apport colluvial	Frais	14
Ourten 538 Ha	S18	1.9754°	35.8550°	1554	E	peuplement	<i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Cedrus atlantica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	15
	S19	1.9798°	35.8540°	1455	E	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	8
	S20	1.9840°	35.8550°	1450	S	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus suber</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Cedrus atlantica</i> isolé	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	19
	QF	1.97187°	35.8549°	1562	S	peuplement	<i>Quercus faginea</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	17
	S59	1.9836°	35.8494°	1375	SE	Terrain dénudé	/	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	4
	S61	1.9698°	35.8589°	1636	E-NE	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	22

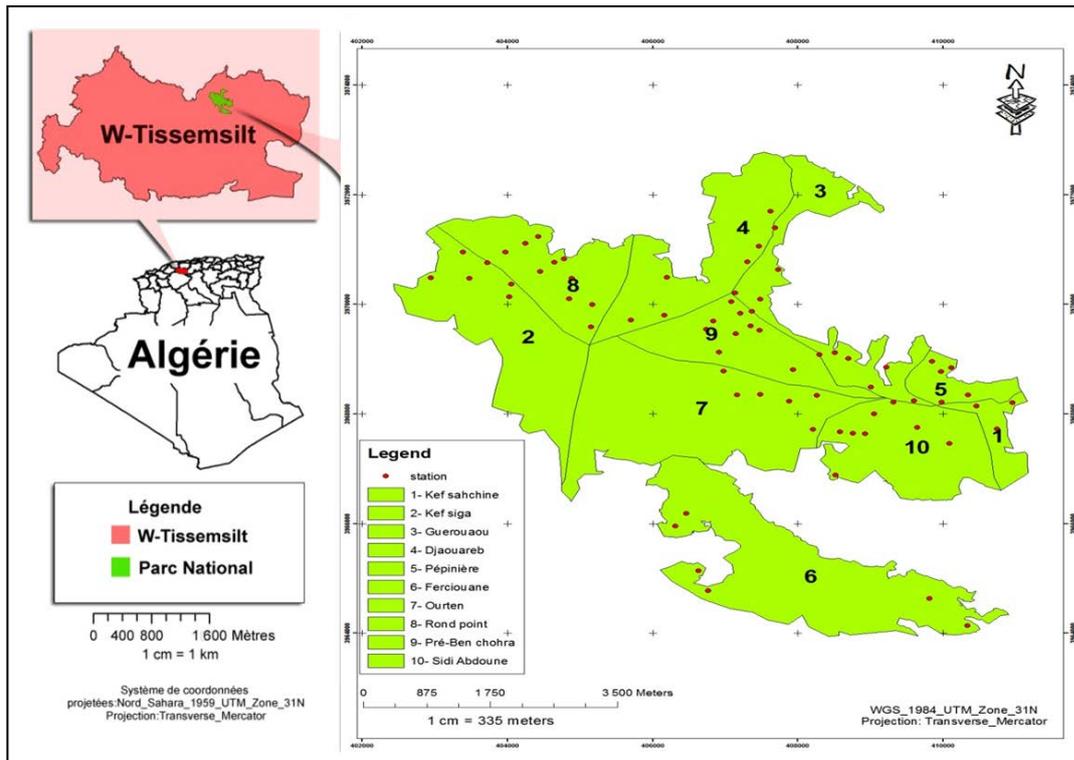
Ferciouane 637 Ha	S30	1.9627°	35.8333°	1387	E	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus sube</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	17
	S31	1.9644°	35.8354°	1378	E	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus suber</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	16
	S32	1.9664°	35.8260°	1375	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus sube</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	16
	S33	1.9679°	35.8227°	1410	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus sube</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	16
	S34	2.0016°	35.8217°	1179	NE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus.suber</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial minéraux bruts	sec	22
	S62	35.8172°	2.0074°	1181	NE	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	4
Djouareb 345 Ha	S35	1.9714°	35.8717°	1461	NE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus sube</i> <i>Pistacia terebinthus</i>	Mal venant	peu évolués d'apport colluvial minéraux bruts	sec	22
	S39	1.9732°	35.8768°	1281	N	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Pinus halepensis</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	Frais	20
	PA	1.9749°	35.8793°	1217	N	peuplement	<i>Pinus halepensis</i> <i>Quercus ilex isolé</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	Frais	20
	S41	1.9773°	35.8825°	1225	E-SE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Pinus halepensis</i>	Mal venant	minéraux bruts d'érosion	sec	21
	S42	1.9779°	35.8756°	1171	NW	peuplement	<i>Pinus halepensis</i> <i>Quercus ilex isolé</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	24
	S44	1.9555°	35.8671°	1650	NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	48
	S40	1.97655°	35.8852°	1167	NW	peuplement	<i>Pinus halepensis</i> <i>Quercus ilex isolé</i>	Moyennement venant	minéraux bruts d'érosion	sec	24
	S43	1.9609°	35.8741°	1274	NW	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> isolé	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	27
S63	1.9606°	35.8680°	1518	NE	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	12	

Rond point 436H	S37	1.9460°	35.8706°	1454	NW	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	Frais	4
	S38	1.9494°	35.8660°	1582	NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	27
	S45	1.9496°	35.8696°	1497	NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	27
	S46	1.9464°	35.8739°	1399	N- NW - NE	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	15
	S47	1.9451°	35.8770°	1306	NE	Terrain dénudé	<i>Quercus ilex</i> isolé	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	10
	S48	1.9438°	35.8765°	1353	N- NE - NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	30
	CL	1.9416°	35.8750°	1369	NW	clairière	Groupement à pelouses	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	4
	S50	1.9363°	35.8781°	1446	SE-E	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Moyennement venant	minéraux bruts d'érosion	sec	36
	S51	1.9393°	35.8796°	1347	E	Terrain dénudé	<i>Quercus ilex</i> isolé	/	peu évolués d'apport colluvial	sec	4
	S52	1.9412°	35.8807°	1310	NE	peuplement	<i>Quercus ilex</i> isolé	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	25
Kaf-siga 456 Ha	S53	1.9372°	35.8729°	1542	N- NE- NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	30
	S54	1.9335°	35.8764°	1630	SE-E	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Moyennement venant	minéraux bruts d'érosion	sec	36
	S55	1.9297°	35.8781°	1591	S	peuplement	<i>Quercus ilex</i> <i>Cedrus atlantica</i>	Moyennement venant	minéraux bruts d'érosion	sec	66
	S56	1.9308°	35.8737°	1581	W	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i>	Moyennement venant	peu évolués d'apport colluvial	sec	26
	S57	1.9369°	35.8708°	1652	N- NW	peuplement	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Quercus ilex</i>	Bien venant	minéraux bruts d'érosion	sec	27

**Légende :** Alt (m) : Altitude (en mètres) ; Exp : Exposition ; Esse maj : Essence majoritaire du peuplement ; H : Humidité ; P : Pente ; ESP : Etat sanitaire.

3.1.1.- Choix des stations au niveau des cantons

Nous avons capturés les lépidoptères aux alentours de 68 stations choisies (Fig.1.2).



● Stations choisies

Figure 17. Carte de situation du parc national de Theniet El Had et localisation de différentes stations d'étude dans les 10 cantons (P.N.T.H., 2017).



Figure 18. Localisation des stations d'étude dans les 10 cantons. Photos prises de Google Earth (2016).

### 3.1.2.- Choix et description des habitats des peuplements purs

Les choix et la description des habitats des peuplements purs sont effectués selon les types des strates au niveau du Parc National de Theniet El Had.

#### 3.1.2.1.- Strate arborescente du parc National de Theniet El Had

Elle est constituée par :

- **Cèdre de l'Atlas :** cette formation trouve des conditions favorables de développement à une altitude de 1350 à 1750 m. Elle s'étend dans les versants Nord et Sud à travers six cantons sur une superficie de 1000 ha (Zedek, 1993), dont le 4/5 occupe les versants Nord et le 1/5 dans le reste du parc. Le peuplement pur de la cédraie se situe à une altitude de 1362. Sa latitude est de 35,87° nord et sa longitude est de 1,98° est (Tab.7 ; Fig.19) Les espèces végétales de cette cédraie se répartissent entre quatre strates ; arborescente, arbustes, Arbrisseaux, herbacée. La première strate citée est composée du cèdre de l'Atlas 97 %, Genévrier oxycèdre 1 %, Chêne vert 1 %, *Genista tricuspidata* 1 %. La deuxième strate formée essentiellement par *crataegus laciniata*, *ruscus aculeatus*, la strate arbrisseaux présentée par l'*Asphodelus microcarpus*. Les espèces de la strate herbacée les plus communes au niveau de la cédraie sont : *Geranium lucidum*, *Geranium rotundifolium*, *Lupinus micranthus*, *Tuberaria guttata*, *Smyrniium perfoliatum*, *Sinapis arvensis*, *Helosciadium nodiflorum*, *Eryngium campestre*, *Eryngium dichotomum*, *Eryngium trichotomum*, *Elaeoselinum asclepium*, *Genista tricuspidata*, *Genista scorpius*, *Fumaria capreolata*, *Umbilicus rupestris*, *Umbilicus veneris*, *Vicia hybrida*, *Vicia disperma*, *Plantago serraria*, *Plantago subulata*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine pratensis*.
- **Chêne zeen:** de fût assez rectiligne à tordu, il est très répandu dans tous les cantons à l'exception du canton Pépinière où seulement quelques pieds se développent. Il est en mélange avec le cèdre dans les hauteurs et avec le chêne liège en basse altitude. Le peuplement pur de la Zénaie se situe à une altitude de 1562. Sa latitude est de 35,86° nord et sa longitude est de 1,98° est (Tab.7 ; Fig.19). Les espèces végétales de cette Zénaie se répartissent entre quatre strates ; arborescente, arbustes, Arbrisseaux, herbacée. La première strate citée est composée du Chêne Zeen 96 %, Chêne vert 2 %, Genévrier oxycèdre 1 %, Rosier sauvage 1 %, La deuxième strate formée essentiellement par *crataegus*

*laciniata*, *ruscus aculeatus*, la strate arbrisseaux présenté par l'*Asphodelus microcarpus*. Les espèces de la strate herbacée les plus communes au niveau de la Zénaie sont : *Carduus nutans*, *Carlina corymbosa*, *Carlina lanata*, *Atractylis gummifera*, *Atractylis polycephala*, *Bellis alypum*, *Bellis perennis*, *Bellis annua*, *Astragalus gombo*, *Biserrula pelecinus*, *Avena bromoides*, *Bromus madritensis*, *Bromus maximus*, *Bromus rubens*, *Cynosurus echinatus*, *Cynosurus elegans*, *Biscutella didyma*, *Coronilla valentina*.

- **Chêne vert** : il se présente comme une futaie dans le versant nord et en taillis dans le versant Sud, il occupe les parties basses de ces deux versants. Le peuplement pur de la Yeusaie se situe a une altitude de 1341. Sa latitude est de 35,86° nord et sa longitude est de 2,005° est (Tab.7 ; Fig.19). Les espèces végétales de cette Yeusaie se répartissent entre quatre strates ; arborescente, arbustes, Arbrisseaux, herbacée. La première strate citée est composé du Chêne vert 99 %, Genévrier oxycèdre 1 %, La deuxième strate formée essentiellement par *crataegus laciniata*, *ruscus aculeatus*, la strate arbrisseaux présenté par l'*Asphodelus microcarpus*. Les espèces de la strate herbacée les plus communes au niveau de la Yeusaie sont : *Carduus nutans*, *Carlina corymbosa*, *Carlina lanata*, *Atractylis gommifera*, *Atractyle polycephala*, *Bellis alipum*, *Bellis perennis*, *Bellis annua*, *Stellaria nemorum*, *Umbilicus veneris*, *Umbilicus rupestris*, *Smyrniium perfoliatum*, *Vicia hybrida*, *Vicia onobrychioides*, *Vicia sativa*, *Vicia sicula*, *Trifolium repens*.
- **Chêne liège** : il se présente principalement dans le versant Sud où il peuple la partie inférieure. Il est en mélange avec le chêne zeen et le cèdre jusqu'à environ 1.575 m d'altitude. (Zedek, 1993). Notre peuplement pur de la Subéraie se situe a une altitude de 1319. Sa latitude est de 35,85° nord et sa longitude est de 1,992° est (Tab.7 ; Fig.19). Les espèces végétales de cette Subéraie se répartissent entre quatre strates ; arborescente, arbustes, Arbrisseaux, herbacée. La première strate citée est composé du Chêne liège 95 %, Chêne vert 2 %, Genévrier oxycèdre 2 %, Cèdre de l'Atlas 1 %, La deuxième strate formée essentiellement par *crataegus laciniata*, *ruscus aculeatus*, la strate arbrisseaux présenté par l'*Asphodelus microcarpus*. Les espèces de la strate herbacée les plus communes au niveau de la Subéraie sont : *Stellaria nemorum*, *Astragalus gombo*, *Biserrula pelecinus*, *Vicia hybrida*, *Vicia disperma*, *Vicia onobrychioides*, *Vicia sativa*,

*Vicia sicula*, *Geranium lucidum*, *Geranium rotundifolium*, *Tragopogon porrifolius*.

- **Pin d'Alep** : se trouve dans le canton du Guerouaou et Djouareb occupant principalement les basses altitudes du versant Nord entre 900m et 1100 m d'altitude sur une superficie allant de 500 à 600 ha (**Zedek, 1984**); Cependant, il y a quelques ébauches d'un peuplement naturel dispersé dans le canton de Sidi Abdoune. Le peuplement pur de la Pinède se situe a une altitude de 1217. Sa latitude est de 35,88° nord et sa longitude est de 1,98° est (Tab.7 ; Fig.19). Les espèces végétales de cette Pinaie se répartissent entre quatre strates ; arborescente, arbustes, Arbrisseaux, herbacée. La première strate citée est composé du Pin d'Alep 94 %, Chêne vert 2 %, Genévrier oxycèdre 4 %, 1 %, La deuxième strate formée essentiellement par *crataegus laciniata*, *ruscus aculeatus*, la strate arbrisseaux présenté par l'*Asphodelus microcarpus*. Les espèces de la strate herbacée les plus communes au niveau de la Pinaie sont : *Vicia ochroleuca*, *Balansaea fontanesii*, *Barbarea verna*, *Biscutella didyma*, *Brassica spinescens*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine pratensis*, *Carduus nutans*, *Carlina corymbosa*, *Carlina lanata*, *Atractylis gummifera*, *Atractylis polycephala*, *Bellis alypum*, *Bellis perennis*, *Bellis annua*.

### 3.1.2.2.- Strate herbacé du Parc National de Theniet El Had

La Strate herbacé du Parc National de Theniet El Had est composés de :

- **Pelouse** : les pelouses sont des végétations herbeuses continues basses ou rases (**Carriere et Toutain, 1995**). la végétation est de hauteur moyenne (20 à 30 cm au maximum) du développement foliaire et de densité variable et la prédominance de graminées (**Bornard et al., 2007**). La pelouse est constitué d'un seul niveau de végétation, la strate herbacée, comparativement a d'autre habitats (**Rochefort, 2006**). Laisant le sol à nu par endroit, et elle peu être parsemée de rares petits arbrisseaux. Notre pelouse se situe à une altitude de 1369. Sa latitude est de 35,88° nord et sa longitude est de 1,95° est (Tab.7 ; Fig.19)

Les espèces végétales de cette pelouse se répartissent entre deux strates ; l'une Arbrisseau et l'autre herbacée. Le taux global de l'occupation de sol par la végétation est de 90 %. La première strate citée est composée de la famille Fabaceae qui regroupe *cytistus triflorus*, *Genista tricuspidata*, *Genista scorpius*,

et la famille Apiacées composé essentiellement par *Ammi majus* et *Ferula communis* avec un très faible taux de recouvrement (6 %). La strate herbacée est dense (94 %), formée d'un ensemble de 41 espèces appartenant à 16 familles. La famille des **Asteraceae** regroupe 12 espèces végétales ; les plus dominantes sont *Bellis annua*, *Bellis perennis*, *Pallenis spinosa*, *Carlina corymbosa*, *Galactites tomentosa*, *Scolymus hispanicus*, *Carduus nutans*, *Carlina lanata*, *Atractylis gummifera*, *Atractylis polycephala*, *Bellis alypum*, *Tragopogon porrifolius*. La famille des **Poaceae** est représentée par 3 espèces ; *Poa bulbosa*, *Briza maxima*, *Bromus rubens*. Les **Brassicaceae** sont représentés avec *Raphanus raphanistrum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine pratensis*. La famille des **Fabaceae** est représentée par 2 espèces sont *Vicia hybrida* *Vicia disperma*. Les **Papaveracea** sont représentés avec *Fumaria capreolata*, les **Caryophyllaceae** avec *Cerastium atlanticum*. Les **Orchidaceae** avec *Ophrys atlantica*, *Orchis coriophora*, *Ophrys patens*. Les **Apiaceae** avec *Avenula bromoides*. Les **Plantaginaceae** sont représentés avec *Plantago lagopus*, *Plantago serraria*, *plantago serraria*, *Cymbalaria microcalyx*. Les **Amaryllidaceae** avec *narcissus cantabrica*, *Allium roseum*. Les **Iridaceae** avec *crocus atlantica*, *romulea bulbocodium*. **Liliaceae** ; *Gagea arvensis*. **Orobanchaceae** ; *Parentucellia latifolia*. **Asparagaceae** ; *Urginea autumnalis*. **Cistaceae** ; *Cistus salviifolius*. **Ranunculaceae**; *ficaria verna*, et la famille **Lamiaceae** présente une seul espèce *phlomis crinita*.

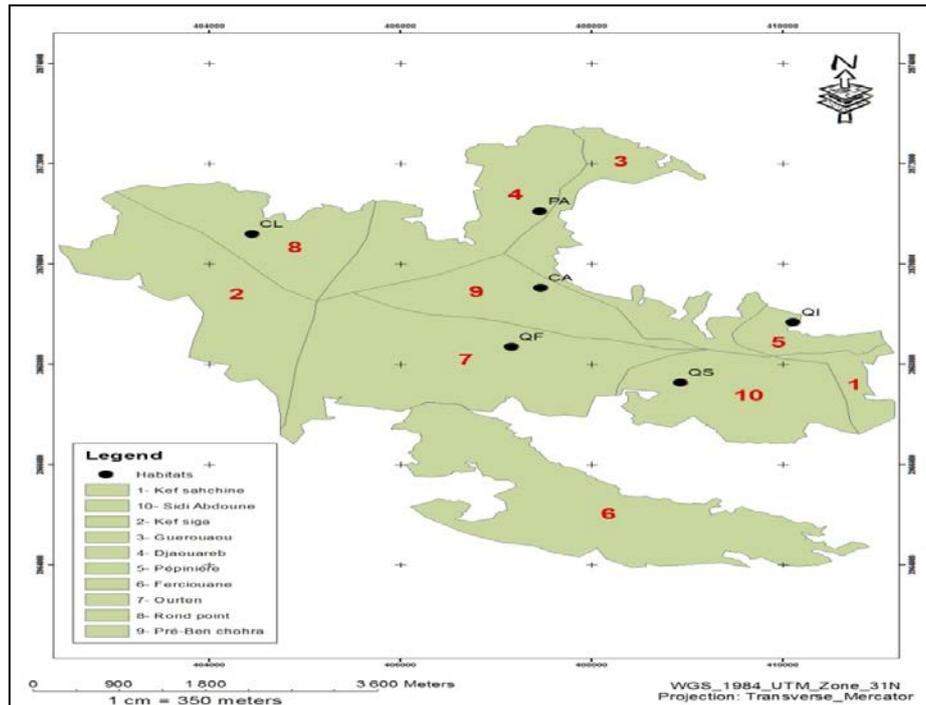


Figure 19. Localisation des différents types d'habitats (P.N.T.H., 2017).

Légende : 1-Kaf Sachine, 2-Kaf-Siga, 3-El Guerouaou, 4-Djouareb, 5-Pépinière, 6-Ferciouane, 7-Ourten, 8-Rond point, 9-Pré-Ben Chouhra, 10-Sidi Abdoune.

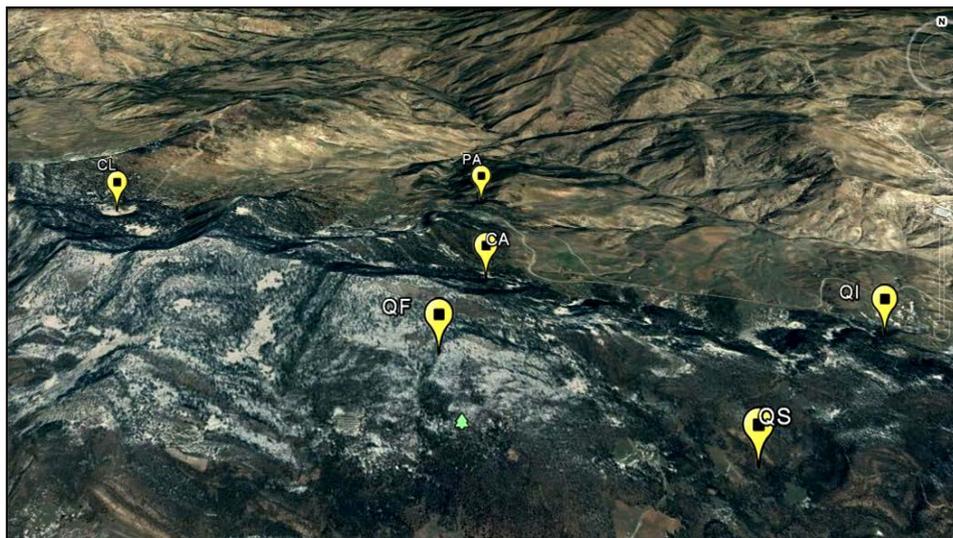


Figure 20. Localisation des différents types d'habitats dans le P.N.T.E.H. (Photos Google Earth 2016).

Légende : CL : Clairière (pelouse), PA : *Pinus halepensis*, CA : *Cedrus Atlantica*, QF : *Quercus fagenia*, QI : *Quercus Ilex*, QS : *Quercus suber*.

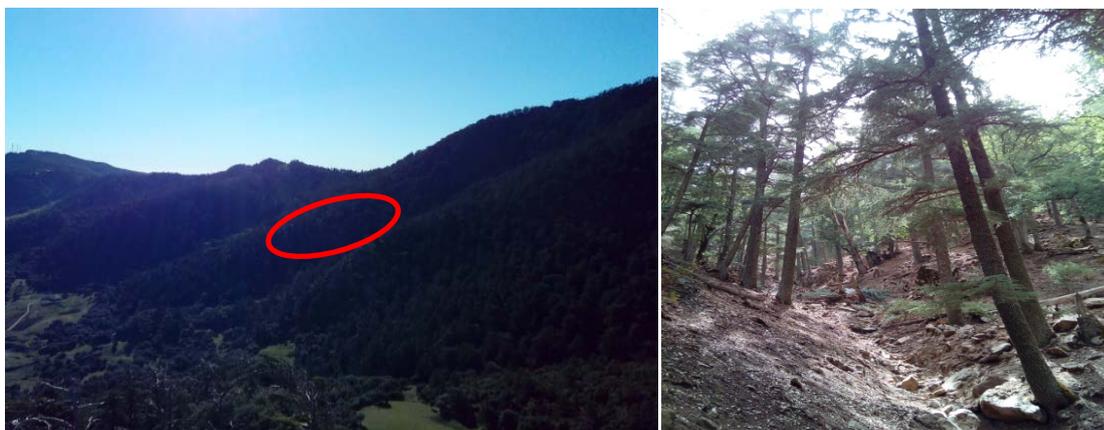


Figure 21. Peuplement de *Cedrus atlantica* (Cliché Kacha, 2017)



Figure 22. Peuplement de *Quercus fagenia* (Cliché Kacha, 2017)



Figure 23. Peuplement de *Pinus halepensis* (Cliché Kacha, 2017)

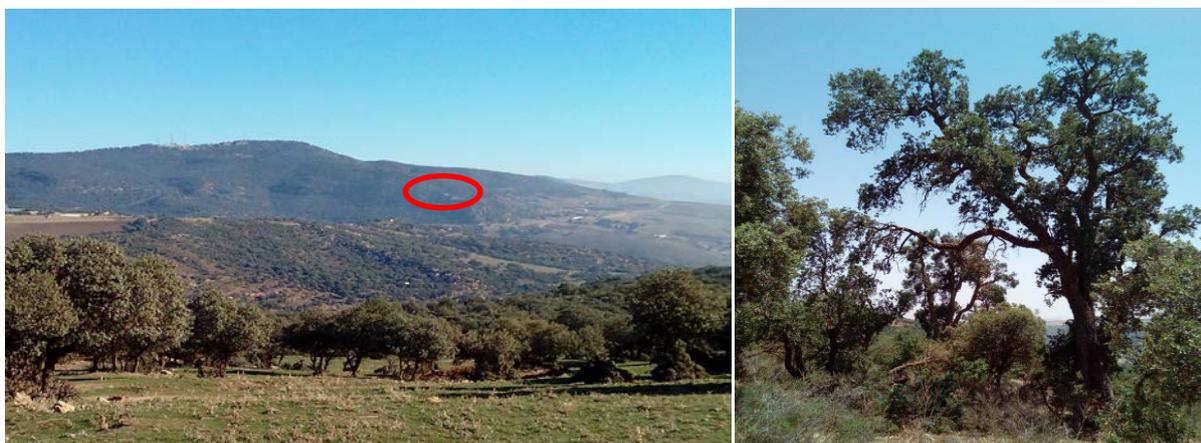


Figure 24. Peuplement de *Quercus suber* (Cliché Kacha, 2017)



Figure 25. Peuplement de *Quercus ilex* (Cliché Kacha, 2017)



Figure 26. Clairière (pelouse) « Rond point » (Cliché Kacha, 2017)

**Vue générale des différents types d'habitats.**

### 3.2.- Méthodologie

Les méthodes de travail appliquées sur le terrain et au laboratoire pour la capture des lépidoptères sont présentées.

#### 3.2.1.- Matériel utilisé sur le terrain

Le matériel utilisé sur le terrain est : (Fig.27a)

1. Une boîte de stockage parallélépipédique (du type Monoprix 21 x 15 x 10 cm) (Fig.27a)
2. Des pochettes en papier cristal (6 x 10 cm). (hors tout, soit 10 cm x 6 cm une fois le rebord replié) et sa cloison interne (petit rectangle de papier hygiénique 9,7 x 5,7 cm) (Fig.27b)

Les pochettes servent à transporter les spécimens capturés de l'endroit de la chasse à la maison, et ce sans les détériorer car elles sont :

- Facile à ranger dans une petite sacoche d'épaule;
- Empêchent le papillon de battre des ailes;
- Diminuent la manipulation des spécimens.
- Simples et peu coûteuses à fabriquer;
- Ne présentent aucun risque pour la santé puisque nous n'utilisons aucun poison.

3. Des feuilles de papier hygiénique découpées (5,7 x 9,7 cm) (Fig.27c). Là réside l'astuce : elles formeront une cloison permettant de disposer les papillons de chaque côté en les décalant. En séchant, les insectes gaufrent le papier, s'y constituant un « logement ». Une pochette contiendra 2 ou 3 Pieridae, 6 lycènes.

4. Des feuilles intercalaires de papier blanc adaptées aux dimensions de la boîte de stockage (soit 19 x 13 cm si l'on choisit la boîte présentée en Fig.27a).

5. Des compresses (11 x 0 x 0,5 cm ou en 19 X 13 si on en trouve) pour séparer les collectes. (Fig.27d)



**Figure 27a.** Boîte de stockage (boîte alimentaire: 21cm x 15 cm, hauteur 10 cm (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 27b.** Pochette cristal de grand format : 11 cm x 6 cm (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 27c.** Petit rectangle de papier hygiénique de 5,7 cm x 9,7 cm (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 27d.** Compresses larges Monoprix à bords arrondis 11 cm x 9 cm ; épaisseur 0,5 cm (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 28.** Piège à phéromone (Cliché Kacha, 2017)

### 3.2.1.1.- Après une chasse

1. On opère un premier tri : les lycènes, les Satyrides etc. ; ce sera plus pratique pour le ramollissement ultérieur (sur les photos, les lycènes sont d'un côté et les Satyres de l'autre, il vaut mieux ranger par genre).
2. On dispose une couche de compresses dans le fond de la boîte de stockage.
3. On place les papillons dans les pochettes cristal cloisonnées comme expliqué plus haut.
4. On installe ces pochettes correspondant à la première chasse de manière homogène, en les empilant simplement.
5. Sur la dernière pochette, on superpose la feuille de papier adaptée aux dimensions internes de la boîte de stockage. On aura inscrit préalablement sur cette feuille les données (lieu, altitude, date) de cette première chasse.
6. Et l'on termine par quelques compresses qui supporteront la future chasse.

### 3.2.1.2.- Matériels utilisés pour la capture

- **Le filet à papillon** (Fig.30 ; 31)
- **Bocaux de chasse** : Bocal pour chasse aux lépidoptères, avec bouchon en liège, corps transparent. (Fig.32)
- **Tube en matière plastique transparente.**
- **Boîte de Pétri Verre.**
- **Flacons à Prélèvement.**
- **Micro tubes Polypropylène.**
- **Une toile blanche de 2m<sup>2</sup>.**
- **Un écorceur.**
- **Un manche solide.**
- **Ruban mètre.**
- **GPS (Global positioning system).**
- **Jalon de 2 m**
- **Une boussole à main.**
- **Clisimètre. Tube Actinique** : S'adapte sur les réglettes de tube néon



A. Deux papillons d'un côté

B. Trois papillons d'un côté

C. Cinq de l'autre

**Figure 29.** Localisation et organisation des spécimens dans les pochettes (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 30.** Filet fauchoir (Grand Modèle)  
(Cliché Kacha, 2017)



**Figure 31.** Filet Fauchoir (Petit Modèle)  
(Cliché Kacha, 2017)



**Figure 32.** Bocaux en verre avec couvercle (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 33.** Matériel de conservation utilisé (Cliché Kacha, 2017)

### 3.2.1.3.- 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.

### **3.2.2.- Méthodes utilisées sur le terrain**

Dans cette partie les méthodes utilisées sur le terrain sont développées.

#### **3.2.2.1.- Période de suivi**

Au bout de 100 sorties de huit heures chacune, tout au long de l'année (mars 2015 à août 2017), en allouant la même quantité de temps pour chaque station. Les récoltes ont été plus ou moins régulières dans le temps, particulièrement vers les mois de mars, avril, mai et début juin en raison des conditions météorologiques très propices. Un nombre total de 3139 individus a été récolté et un exemplaire de chaque espèce est ramené au laboratoire pour identification. La méthode de piégeage des lépidoptères suivie dans ce travail est basée sur des techniques différentes.

#### **3.2.2.2.- Techniques employées pour l'inventaire**

Selon **Benkhelil (1991)**, la méthode idéale de dénombrement des populations d'insectes d'un milieu serait celle qui donnerait, à un moment donné, une image fidèle du peuplement occupant une surface définie. Il existe bien sur de très nombreux types de piégeage, chacun d'eux étant plus ou moins adapté à l'écosystème analysé. D'une façon plus générale retenons que le piégeage doit être : économique, rapide, facile d'emploi et quantitatif (**Riba et Silvy, 1989**).

Le principe général du piégeage est simple : il consiste à attirer à un endroit donné l'insecte désiré. Pour l'y amener, on peut jouer sur l'attirance créée par une lumière, un aliment, ou une matière rappelant le sexe opposé.

Pour une meilleure étude, il faut dispenser d'un ensemble d'outils qui nous permettent de capturer des échantillons des stations choisies et de les traiter au laboratoire.

##### **3.2.2.2.1.- Récolte directe**

La technique la plus classique est pratiquée à vue, avec un filet à papillons : les individus passant à proximité ou observés au loin sont capturés et relâchés la plupart du temps (**Albouy, 2001**) (Fig.34).



**Figure 34.** Echantillonnage avec un filet à papillons (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 35.** La chasse de nuit (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 36.** Piège "bouteille" (Cliché Kacha, 2016)

**Différentes techniques de collectes des papillons.**

### 3.2.2.2.- Drap blanc

Les inventaires des Hétérocères ont été réalisés en attirant les papillons à l'aide d'une source lumineuse, utilisant cette qualité-, un piège lumineux simple et économique peut être conçu et installé sur le terrain. Cette lumière les attire vers un drap blanc vertical où ils se posent. Capturés et isolés dans des flacons afin de procéder à leur identification, les papillons sont pris en photo et relâchés en fin de chasse. Il serait préférable de choisir des ampoules blanches. Les papillons de nuit sont beaucoup moins attirés par les ampoules jaunes que les ampoules blanches. Un autre drap blanc étendu par terre permet de voir les insectes qui ne restent pas sur la toile verticale, certains vont même au-delà, il est alors bon de se munir d'une lampe (une frontale est très commode), pour les rechercher dans l'herbe. Le bois humide ou toutes autres choses qui retiennent l'humidité. Les papillons de nuits adorent ça! (Fig.35).

En théorie, les insectes utilisent le disque lunaire pour se diriger, en gardant un angle constant avec ce lumignon (**Bonneau, 2008**). Notre piège le remplace, c'est pour cela qu'il n'est efficace que quand il n'y a pas de lune. Les chasses débutent à l'heure du coucher du soleil et se poursuivent durant 2h :00.

### 3.2.2.3.- Pièges attractifs

**Pièges aériens** réalisés avec des bouteilles en plastique munies de leur bouchon à travers lequel est fixé un crochet de forme spéciale (Fig.36).

Deux ouvertures, plus ou moins circulaires, en vis à vis permettent l'entrée des insectes au vol. Malheureusement, les individus sont toujours en mauvais état !

### 3.2.2.4.- Piège à phéromone

Certains hétérocères exclusivement diurnes (ex : Sesiidae) sont difficiles à observer. Pour ces espèces, nous utilisons des phéromones synthétisées qui ont pour effet d'attirer les papillons mâles en quête d'une femelle pour l'accouplement (Fig.28).

- **Phéromones**

Pour la première fois, en **1959**, **Karlson** et **Lüscher** ont défini les phéromones comme étant des substances chimiques sécrétées à l'extérieur par un individu et perçues par un autre individu de la même espèce, chez qui elles engendrent une réaction spécifique, par exemple un comportement défini ou une modification physiologique. Les phéromones sont des sémiouchimiques, c'est-à-dire des signaux chimiques émis par un animal et modifiant le comportement ou la physiologie d'autres animaux de la même espèce (**Félix, 2008**).

La fabrication de phéromones artificielles a été entreprise afin de contrôler les insectes nuisibles aux cultures agricoles.

Elles sont utilisées principalement pour les Lépidoptères, en particulier ceux des familles des Tordeuses et des Sésies.

Chez les animaux par exemple, les phéromones sexuelles indiquent la disponibilité des femelles pour être fécondées. Certains papillons détectent un partenaire sexuel à plusieurs kilomètres (Roques *et al*, 2010)

- **Précautions d'emploi.**
- Le piège doit être placé sur les branches basses et des plantes herbacées.
- Grande capacité de piégeage,
- Bons résultats Permet la détection et le contrôle des différentes familles lépidoptérique.
- Mise en place rapide et simple.
- Permet de planifier les futurs traitements.
- Respectueux de l'homme et de son environnement. Réutilisable plusieurs saisons

Pour les utiliser, il suffit de les poser ou de les accrocher (dans un sac de nylon) sur la plante-hôte de l'espèce qu'on prospecte. Il faut utiliser une seule phéromone à la fois car plusieurs phéromones vont se neutraliser en combinant leurs odeurs. Il faut également les utiliser à des heures spécifiques.

- **Conservation de la phéromone**

Les phéromones doivent être conservées le mieux au frais et dans l'obscurité, de préférence loin du soleil jusqu'à utilisation.

#### 3.2.2.2.5.- Pièges alimentaires

Ils consistent à mettre à disposition de l'insecte ce qu'il consomme en général ou ce qui l'attire par sa ressemblance avec ce qu'il recherche. Il n'y a pas vraiment de recette et beaucoup de personnes utilisent ce qu'ils ont sous la main pour préparer leur miellée. La base est toutefois toujours la même : des fruits très mûrs (bananes, poires, melons,...), du sucre On peut y ajouter des sirops aux fruits. Il faut privilégier les produits naturels et éviter les produits trop artificiels. Si le mélange est trop liquide, on peut l'épaissir avec de la maïzena.

#### 3.2.5.3.- Quelques méthodes pour attirer les papillons

- **Chaleur et bonnes odeurs pour attirer les papillons :** Les herbes aromatiques au soleil augmentent la chance de voir des papillons.

- **Des plantes mellifères :** Ces plantes, qui possèdent une substance que l'on retrouve dans le miel, sont très appréciées des papillons.
- **De l'eau :** Les papillons aimeront y éteindre leur soif.
- **Une fleur très attirante**
- **Peaux de banane et papillons :** Accrochez en hauteur des peaux de banane pour attirer les papillons.
- **De l'eau sucrée :** Déposez des bols d'eau sucrée un peu partout pour attirer les papillons.

### 3.2. 3.- Méthode utilisée au laboratoire

Toutes les sorties ont été effectuées dans de très bonnes conditions météorologiques. Elles ont été réparties de manière à pouvoir rencontrer un maximum d'espèces.

Les espèces récoltées sont asphyxiées à l'éther acétique, dans des flacons spéciaux, hermétiques. Cette méthode permet d'engourdir rapidement les insectes qui n'ont heureusement guère le temps de souffrir.

De retour au laboratoire, les spécimens sont sortis des flacons et préparés. Pour les Lépidoptères, la préparation consiste à faire sécher les individus sur des «étales à papillons» où ils sont mis 15 jours à 3 semaines selon leur taille. Plusieurs taxons récoltés et indéterminés ne sont pas pris en compte dans la mémoire, Une fois ce travail terminé, le spécimen importe d'étiqueter soigneusement et comprend au moins 2 étiquettes épinglées sous lui pour pouvoir étudier et comparer rapidement les espèces (**Franck, 2008**). La première intègre les données relatives à la localisation de l'espèce : canton, habitats, date (jour, mois, année). La deuxième étiquette concerne la détermination de l'espèce et comprend le binôme scientifique (genre + espèce) suivi du nom du déterminateur accompagné de l'année correspondant à la date à laquelle s'est faite cette détermination.

Ce point est des plus importants, si l'on désire donner à ses captures et à ses collections l'intérêt et la valeur scientifique qu'elles méritent.

Les exemplaires sont ensuite piqués dans des boîtes ou tiroirs à fermeture hermétique. On doit éviter d'entreposer les insectes dans une cave ou un sous-sol humide (**Perron, 1994**).

#### 3.2.2.1.- Matériel expérimental utilisé au laboratoire

##### 3.2.2.1.1.- Matériel utilisé pour l'étalage.

- **Ramollissoir.**

- **Coton hydrophile.**
- **Naphtaline** (antimites) placée dans un coin de présentoir, afin de protéger la collection de minuscule prédateur (mites, et autres insectes)
- **Etaloirs a lépidoptères :**
  - Etaloir en balsa longueur 40 cm** : réalisés en balsa, bois tendre permettant un enfoncement aisé de l'épingle à étaler.
  - Etaloir en émailène**
- **Rouleaux de papier cristal**

Rouleaux de 50 mètres de longueur, disponibles dans des largeurs de 10 à 40 mm.
- **Épingles et accessoires** : Épingles à étaler Entomo-Phil, Épingles entomologiques en acier inoxydable.
- **Épingles à piquer (n°000 à n°6)**
- **Épingles à tête d'email.**
- **Épingles camion** : Utilisées pour fixer les étiquettes dans le fond des boîtes (Épingles pour étiquette)
- **Minuties** : Petites épingles de longueur 15mm, sans tête, utilisées pour les microlépidoptères.
- **Polypores**: Pour le montage des petits insectes piqués par minuties. Livrés en bâtonnets de section carrée d'environ 3 mm, à couper à longueur désirée.
- **Pinces souples.** Pour la manipulation des chenilles, œufs, chrysalides, insectes...
- **Pinces à étaler** : Pince à étaler à bec aiguille et guide de serrage.
- **Pince à bec Fin**
- **Pinces Brucelles**
- **Pince de philatéliste à bout plat**: Pour manipulation de papillotes et lamelles (couvre-objets).
- **Lame pour scalpel** : Forme triangulaire allongée, et extrémité pointue pour plus de précision.
- **Lames pour Bistouri N°4**
- **Bande papier cristal** : Bande de papier en pergamine pour étaler les papillons
- **Diverses bandes étroites de papier calque**
- **Bandes larges diverses en papier cristal**
- **Compte-fil pour les antennes**
- **Loupe sur pied utile pour les petites espèces.**



Figure 37. Matériel entomologique indispensable utilisé pour l'étalage (Cliché Kacha, 2017)



Figure 38. Exemple pour étaler un papillon (Cliché Kacha, 2017)



Figure 39. Boite de collection (présentoir) (Cliché Kacha, 2017)

- **Boite de collection :** Les boites 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 boites d'entomologie vitrée pour la conservation, le stockage et la présentation des insectes (Fig.39).

#### 3.2.2.1.2.- Etalement au laboratoire

L'étalage du papillon selon les étapes suivantes (d'après le **Dr. Willy De Prins** spécialiste en microlépidoptères de la Belgique, com. Pers) ; L'étalage consiste tout simplement à disposer, à l'aide des épingles, les différentes parties du corps de l'insecte afin qu'elles puissent être observées facilement. La disposition doit rester naturelle, ce qui permet également de mettre en valeur les caractéristiques physique et la beauté du spécimen.

Cette étape est réalisée après l'épinglage, lorsque le papillon est encore souple, soit juste après sa mort, soit après humidification. La plupart du temps, l'étalage se fait à l'aide d'un étaloir (planche de montage), soit adapté à la taille de l'insecte en particulier à l'épaisseur du thorax. Les papillons, s'ils ne sont pas fraîchement capturés, doivent être ramollis dans une boîte hermétique sur du coton humide sur lequel on aura placé un peu de naphthaline écrasée pour éviter les moisissures.

Une fois l'insecte préparé, il est nécessaire d'attendre plusieurs jours pour que les tissus sèchent et durcissent. Cette pratique demande de la patience et surtout une grande minutie, de la dextérité et beaucoup de pratique!

Une fois l'aile du papillon ajustée sur la planche de l'étaloir et le corps dans la rainure centrale, un papier cristal est posé afin de la recouvrir .Il est maintenu par des aiguilles au plus près de l'insecte. Ne pas oublié de positionner les antennes.

À toutes les étapes de l'opération l'étiquette avec provenance et date doit rester à proximité du spécimen, à l'exclusion de toute autre papillote ou étiquette pour éviter les mélanges de données.

### 3.2.2.1.3.- Mise en collection

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**).

### 3.3.- Détermination des espèces récoltées

Tous les lépidoptères recueillis au cours de ces opérations ont été ramenés au laboratoire de Zoologie Ecole Nationale Supérieure de vétérinaire - El Alia Alger pour identification. Certaines espèces ont été identifiées par M<sup>me</sup> **Marnich Faiza**, d'autres par des chercheuses spécialistes (**Wolfgang Speidel, Gerhard Tarmann, Konstantin A. Efetov, Axel Hausmann, Almut Kelber, Claire Villemant, C. Cocquempot**)

Cette tâche a été menée grâce à la précieuse aide de **Mr. Willy De Prins** qui a procédé à l'identification, révision et la confirmation de l'ensemble des spécimens identifiés.

En effet d'après **Dierl et Wring (2009)**, beaucoup d'espèces d'insectes présentent une variabilité qu'il est presque impossible de parvenir à les classer dans les rangs supérieurs de la classification. L'identification des captures est réalisée au niveau des familles et du genre à partir de plusieurs clés de détermination et divers documents sont également consultés

-Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord **Tolman et Lewington (1999 ; 2009 ; 2014)**

-Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles (**Lafranchis, 2000**).

-Guide des papillons nocturnes de France (**Robineau, 2007**).

-Les papillons de jour du Maroc, guide d'identification et de bio-indication (**Tarrier et Delacre, 2008**).

-Butterflies of Europe and the Mediterranean area (**Vadim V. Tshikolovets, 2011**).

-Papillons de nuit d'Europe, Volume 1, 2,3 et 4 **Leraut (2014)**.

Cependant la liste reste loin d'être exhaustive vu que plusieurs espèces ont échappé à l'identification.

Ci-après est présentée la liste systématique de lépidofaune recensée au niveau des stations de notre région d'étude. Parfois, il arrive que la détermination nécessite de réaliser un examen approfondi des génitalia, organes reproducteurs internes des papillons, ce qui est détaillé ici.

### **3.4.- Génitalia**

#### **3.4.1.- Matériel utilisé pour Génitalia**

- **Ciseaux**

- CI01 Ciseaux fins, à becs droits de 25 mm. Longueur totale 95 mm.

- CI02 Ciseaux forts, à vis longueur 14 cm.

- C103 Micro-ciseaux pour réparation et dissection (génitalia).

- **Pinces brucelles**

- PB01 Pinces droites, N° 5 en acier inox, becs très fins, L = 11 cm.

- PB03 Pinces forme faucille, N° 7 en acier inox, L = 11,5 cm.

- PB04 Pinces droites, N° 3 en acier inox, L = 13,5 cm.

- **Roule-goupille**

- Petit mandrin emmanché permettant de fixer une épingle (travaux d'étalage ou de préparation de génitalia).

- **Lamelles Rondes (x100)**

- **Aiguilles montées** : Forme de lance, pointu, courbe.

- **Lames, lamelles** : pour préparations microscopiques

- **Pinces très souples**

- **Boîtes Cristal Carrées (x10)**

- **Binoculaire 20x / 40x** avec éclairage

Tous les individus d'une même espèce, tant mâles que femelles, présentent des structures génitales, ou génitalia, identiques pour chacun des sexes. Ces structures, typiques, sont différentes pour chaque espèce. Elles sont proches pour toutes les espèces d'un même genre, et très différentes pour les espèces appartenant à un autre genre, une sous-famille ou une autre famille. Les génitalia sont les pièces sclérotinisées de l'appareil reproducteur mâle et femelle, ils jouent un rôle primordial dans l'identification des espèces et plus largement dans la systématique des lépidoptères (**Trân vinh liêm, 1977**).



**Figure 40.** Matériel utilisé pour Génitalia (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 41.** Extraction des génitalia (Cliché Kacha, 2017)

### 3.4.2.- Techniques de montage.

Les techniques de montage sont réalisées selon les étapes suivantes (d'après le **Dr. Willy De Prins, com. Pers**) (Fig.41).

#### 1. Potassage

L'abdomen, détaché du corps du papillon, est mis à macérer dans une solution de 10% de potasse, dans un petit flacon de 15 ml. Ce produits chimique digère les graisses et permette de repérer facilement les structures génitales. Pendant 24 heures et selon la grosseur de l'abdomen.

#### 2. Nettoyage de l'abdomen et l'extraction des pièces génitales

L'opération est délicate. Elle consiste, tout d'abord à éliminer les poils et les écailles qui recouvrent l'abdomen. On se servira des baguettes de "mikado" dont une extrémité est taillée en forme de spatule. En tapotant l'abdomen avec ces baguettes, on parvient assez rapidement à découvrir la cuticule de l'abdomen. Elle est à conserver, car des caractères de systématique permettent de faciliter les déterminations. En un deuxième temps, on repère la membrane latérale qui réunit tergites et sternites. Avec les pincettes métalliques, on déchire cette membrane, afin d'étaler la cuticule de l'abdomen et d'avoir accès aux pièces génitales. Cette opération est indispensable pour dégager les armatures génitales de la femelle. Celles du mâle peuvent être dégagées en saisissant l'uncus et en le tirant vers l'extérieur. Les valves sont alors complètement dégagées. En un troisième temps, on enlèvera les graisses restantes, ainsi que les restes des divers organes de la digestion. La pré-coloration des genitalia permet de bien séparer les pièces génitales et d'éviter de les sectionner par inadvertance. Cette opération se fera sous la loupe binoculaire, dans un petit cristalliseur, Plusieurs rinçages à l'eau distillée sont finalement effectués avec très peu d'eau afin de neutraliser l'effet du KOH.

#### 3. Déshydratation des genitalia et montage entre lame et lamelle

- **Déshydratation**

Les genitalia sont passés à l'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  ou  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) à  $90^\circ$  pendant quelques instants. La déshydratation est effective en quelques minutes (selon la grosseur des pièces à déshydrater).

- **Montage entre lame et lamelle**

Pendant la déshydratation on prépare lame et lamelle. On veillera à ce qu'elles soient parfaitement propres, sans graisse ni dépôts. Le torchon en lin se prête bien à cette opération. Après avoir placé une petite goutte de l'euparal au centre de la lame, on y dispose les armatures génitales et la cuticule abdominale. L'action du Baume tend à ramollir les pièces génitales et facilite leur disposition. On ouvrira les valves (si cela est possible), on disposera l'édéage sous l'armature génitale après l'avoir extrait de sa loge. C'est une opération délicate. Dans la mesure du possible, si cela est nécessaire, avec une petite aiguille montée sur une seringue, on développera la vésica pour en montrer les spicules et les épines. Pour les génitalia de la femelle, on veillera à extraire de la bourse copulatrice les spermatophores, en l'incisant légèrement avec les pincettes.

La présence de bulles adhérent aux organes, indique un manque de déshydratation.

#### **4. Séchage**

Le séchage peut prendre plusieurs semaines. Chaque préparation microscopique est disposée à plat dans une petite boîte. Nous nous servons des petits ensembles en plastique, portant de nombreux tiroirs pour ranger vis, boulons et clous. C'est très pratique et pas cher ! Le séchage peut être accéléré en se procurant une petite étuve ou en bricolant une boîte en bois portant des clayonnages de séchage. Une petite ampoule de 5 à 10 watts sous 220 volts disposée à l'intérieur de la boîte assurera le chauffage. La température sera modulée en ouvrant plus ou moins le couvercle de la boîte !

#### **5. Etiquetages**

Chaque insecte dont on aura enlevé l'abdomen devra porter un numéro de génitalia et la date de l'opération. Ces renseignements seront portés sur un carnet où chaque page portera le numéro des génitalia. Ce numéro sera reporté sur le flacon de potassage, ainsi que sur la lame. Sur cette dernière on ajoutera le nom de l'insecte, le nom du préparateur et la date de préparation. Par précaution on ajoutera les indications entomologiques classiques, telles que le site et la date de capture. Toutes ces inscriptions se feront, de préférence, à un crayon.

#### **6. Prendre des photos**

Le millimètre est l'unité de mesure. Cette unité de mesure devra être portée sur la photo.

### 3.4.- Méthode utilisées pour l'exploitation des données

Il est d'une importance capitale de préciser le sens à accorder à certains paramètres que nous prendrons en considération lors de l'exploitation de nos données. Ces paramètres généralement utilisés par d'autres auteurs, permettront de comparer nos résultats à ceux obtenus dans d'autres régions du monde et à mieux comprendre les variations éventuelles de certaines mesures dans l'espace et dans le temps. Afin d'exploiter les résultats relatifs aux espèces inventoriées, nous avons utilisé des indices écologiques de composition et les indices écologique de structure. Selon **Barbault (1995)**, la mesure de la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements diffère ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents.

#### 3.4.1.- Analyse quantitative

Ce sont des expressions mathématiques qui permettent d'avoir rapidement la composition du peuplement.

Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre eux des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (**Dajoz, 1985**). La première étape consiste à évaluer la constitution générale des peuplements à partir des deux variables que sont la richesse totale et l'abondance, ces paramètres permettent la description de la composition des peuplements.

##### 3.4.1.1.- Richesse totale (Rt)

L'indice de biodiversité le plus commun est la richesse des espèces, c'est-à-dire le nombre d'espèces présent dans une région donné (**Krebs, 1999**). Cette mesure est couramment utilisée. la richesse spécifique correspond a un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (**Ramade, 1984 et 2003**). Elle peut être envisagée sous deux aspects différents ; la richesse totale et la richesse moyenne **Blondel (1975)**. Selon **Müller (1985)**, la richesse totale représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. La richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (**Ramade, 1984**).

$$Rt = \sum S$$

Où : Rt : richesse totale des espèces d'un peuplement.

S : nombre d'espèce

On distingue une richesse totale (Rt) qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose à la totalité des espèces qui la composent (**Ramade, 1984 et 2003**).

#### 3.4.1.2.- Richesse moyenne (Sm)

D'après **Blondel (1979)** La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé. Il est précisé par **Ramade (1984)** que la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. Dans la présente étude la richesse moyenne est calculée pour la faune lépidoptérique capturée dans différents cantons et habitats.

La richesse moyenne est représentée par la formule suivante :  $S_m = \sum P_i / N$

Où :  $P_i$  : le nombre total d'individus pour chacune des espèces

N : le nombre total de relevés effectués

#### 3.4.1.3.- Abondance absolue (n) et l'abondance relative AR (%)

Nous distinguons l'abondance absolue et l'abondance relative. L'abondance absolue (n) d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce. Alors l'abondance relative d'une espèce est le nombre des individus de cette espèce par rapport au nombre total des individus de toutes les espèces contenues dans le même prélèvement (**Bigot et Bodot, 1972**). **Faurie et al., (1984)** signalent que l'abondance relative s'exprime en pourcentage (%) par la formule suivante :

$$AR (\%) = n / N \times 100$$

n : nombre total des individus d'une espèce i prise en considération

N : nombre total des individus de toutes les espèces présentes

Dans la présente étude l'abondance relative est calculée pour les espèces de lépidoptères capturées dans les différents cantons et différents types d'habitats.

#### 3.4.1.4.- Fréquence d'occurrence (FO) ou constance (C)

**Bigot et Bodot (1972)** soulignent que la fréquence d'occurrence est une notion relative à l'ensemble de la communauté. Ces mêmes auteurs signalent qu'elle est égale au rapport exprimé en % du nombre de prélèvements contenant l'espèce prise en considération au nombre total de prélèvements effectués. D'après **Dajoz (1982)** la fréquence d'occurrence est représentée par la formule suivante :

$$FO \% = p1 / P \times 100$$

p1 est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P est le nombre total des relevés effectués.

Pour interpréter les résultats et déterminer le nombre de classes de constance (N.c.), nous avons utilisé l'indice de Sturge (**Diomande et al., 2001**). **Scherrer (1984)** a utilisé la règle de Sturge pour déterminer le nombre de classes grâce à la formule suivante :

$$NC = 1 + (3,3 \text{ Log}_{10} N)$$

NC : nombre de classes de constance

N : nombre total de spécimens examinés

Pour déterminer l'intervalle de chaque classe la formule suivante est utilisée :

$$I = LS \text{ max} - \hat{R} \text{ LS min} / NC$$

I : Intervalle de classe.

NC : nombre de classes.

LS : longueur standard.

Selon **Dajoz (1985)**, on distingue :

Les espèces rares ( $F > 5$ ) ; Les espèces omniprésentes ( $F:100\%$ ) ; constantes ( $75 = F = 100$ ) ; Les espèces régulières ( $50 = F = 75$ ) ; les accessoires ( $25 = F = 50$ ) ; et les espèces accidentelles ( $F = 25$ ).

Dans la présente étude, la fréquence d'occurrence est utilisée dans la faune lépidoptérique selon les cantons et les différents types d'habitats.

#### 3.4.2.- Analyse qualitative

Plusieurs indices peuvent être utilisés mais les plus communs et qui donnent une meilleure appréciation de la structure de l'entomofaune étudiée sont comme suit :

### 3.4.2.1.- Indice de diversité de Shannon ( H' )

D'après **Blondel et al., (1973)** l'indice de diversité Shannon est considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité. **Viaux et Rameil (2004)** expliquent que l'indice de diversité de Shannon prend en compte la probabilité de rencontres d'un taxon sur une parcelle (Pi) et la richesse spécifique S.

La formule qui exprime cet indice est donnée par **Ramade (1984)** :

$$H' \text{ (bits)} = - \sum (n_i / N) \text{Log}_2 (n_i / N)$$

$n_i$  est le nombre des individus de l'espèce  $i$  présente dans le menu de lépidoptères.

$N$  est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues trouvées dans le parc national de Theniet el had. **Viaux et Rameil (2004)** signalent que l'indice de diversité de Shannon est égal à 0 quand il n'y a qu'une seule espèce et que sa valeur est maximale quand toutes les espèces ont la même abondance.

Dans la présente étude  $H'$  est calculée pour déterminer la diversité des lépidoptères inventoriés dans différents cantons et différents types d'habitats.

### 3.4.2.2.- Diversité maximale (H'max.)

**Ponel (1983)** et **Blondel (1979)** signalent que la diversité maximale est représentée par la formule suivante :

$$H' \text{max.} = \text{Log}_2 S$$

$H'$  max. est la diversité maximale

$S$  est la richesse totale.

Le calcul de  $H'$  max. permet d'avoir accès à l'équitabilité.

### 3.4.2.3. Indice d'équitabilité (E)

L'estimation de l'équitabilité (diversité relative) se heurte évidemment à la difficulté d'évaluer le nombre total réel d'espèces d'une communauté; on mesurera dès lors ce descripteur en prenant comme référence le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et on obtient ainsi l'équitabilité de l'échantillon (**Frontier, 1983**). Afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes, on calcule l'équitabilité (E).

$$E = H' / H' \text{max.}$$

L'équitabilité (E) tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (**Dajoz, 2003**).

Dans la présente recherche l'équitabilité est calculée d'une part pour la faune lépidoptérique capturée dans différents cantons et d'autre part dans différents types d'habitats.

#### 3.4.2.4.- 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 (échantillon). Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$Cs = \frac{2J}{a+b}$$

Cs : indice de Sorensen.

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

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

J : Nombre d'espèce commune 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 Coic, 2006**).

#### 3.4.2.5.- 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'habitats 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'habitats » (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'habitats 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 :

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

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

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

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

e : base des logarithmes népériens

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

$P_i$  : 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 (ici, n=10 dans les différents cantons ; n= 6 dans les différents types d'habitats)

### 3.5.- Traitements statistiques des données

En écologie, de nombreuses études s'attachent à définir les structures des communautés végétales ou animales ainsi que les facteurs environnementaux qui en sont responsables.

Ainsi, les aires de distribution des espèces et les variations de la biodiversité à travers le temps et l'espace sont fréquemment analysées lors de travaux à vocation théorique ou pratique. La manipulation de grands jeux de données rend nécessaire l'utilisation d'outils statistiques dans cette discipline (**Yoccoz, 1988**). Les méthodes utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse factorielle de correspondances (AFC).

#### 3.5.1.- Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) permet de concilier la rigueur mathématique à la théorie écologique (**Dray, 1999**). Selon **Cibois (2007)** et **Dajoz (1982)**, l'analyse factorielle traite des tableaux de nombres, elle remplace un tableau difficile à lire par un autre plus simple, tout en ayant une bonne approximation de celui-ci. Pour la présente étude l'ensemble des données sont rassemblées dans un tableau à double entrée dont les colonnes correspondent aux familles recensées et les lignes représentent les mois d'échantillonnage, le tableau en question a fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) qui constitue la méthode statistique la plus appropriée. Les données initiales sont les n espèces représentées dans P relevés. On obtient un nuage de n points dans un espace à p dimension. De son côté **Ramade (1984)** signale que l'AFC permet d'individualiser de façon plus objective et statistiquement plus fiable les groupements.

Afin de pouvoir répondre aux attentes concernant la distribution des espèces et leurs affinités, nos résultats sont développés et interprétés en utilisant le logiciel xlstat- pro version **7.1**.



# *Chapitre IV*

## *Résultats et*

### *Discussion*

## 4.-Résultats et Discussion

Le chapitre IV se focalise sur la présentation globale de la composition spécifique du peuplement lépidoptérique, et sur la répartition des espèces dans les différentes stations prospectées. L'intérêt est porté sur la structuration des communautés de papillons au sein des différents habitats étudiés.

### 4.1 -Biodiversité des lépidoptères au niveau des stations d'étude

Le dispositif d'échantillonnage appliqué dans les 68 stations d'étude durant la période, mars 2015/août 2017 a permis de capturer 86 espèces de lépidoptères entre les Rhopalocères (37) et les Hétérocères (49), appartenant à 19 familles.

En raison de nombreuses difficultés taxonomiques rencontrées (état de l'échantillon, caractères distinctifs peu visibles, manque d'ouvrages spécialisés, l'identification s'arrête parfois au sous ordre, à la famille et parfois au genre. Dans le tableau 1 toutes les espèces sont identifiées jusqu'à l'espèce avec les noms des auteurs.

#### 4.1.1 - Inventaire spécifique du peuplement de lépidoptères échantillonnés

La liste présentée (Tab.8) est classée selon Van. Nieuwerkerken et *al.* (2011). Les espèces indiquées en italiques sont suivies du nom de l'auteur et de l'année de la description.

**Tableau 8.** Inventaire globale des espèces de lépidoptères aux alentours du parc national de Theniet El Had durant 30 mois d'échantillonnage (2015, 2016 et 2017).

Super-familles	Familles	Especies
Alucitoidea	Alucitidae	<i>Alucita hexadactyla</i> (Linnaeus, 1758)
Gelechioidea	Oecophoridae	<i>Esperia sulphurella</i> (Fabricius, 1775)
Pterophoroidea	Pterophoridae	<i>Crombrughia laetus</i> (Zeller, 1847)
		<i>Emmelina monodactyla</i> (Linnaeus, 1758)
Cossoidea	Cossidae	<i>Cossus cossus</i> (Linnaeus, 1758)
	Sesiidae	<i>Chamaesphecia pechi</i> (Staudinger, 1887)
		<i>Pyropteron leucomelaena</i> (Zeller, 1847)
Zygaenoidea	Heterogynidae	<i>Heterogynis penella</i> (Hübner, 1819)
	Zygaenidae	<i>Adscita mauretana</i> (Naufock, 1932)
		<i>Zygaena favonia</i> (Freyer, 1844)
		<i>Zygaena loyselii</i> Oberthür, 1876
		<i>Zygaena zuleima</i> Pierret, 1834

Papilionoidea	Papilionidae	<i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832)
		<i>Zerynthia rumina</i> (Linnaeus, 1758)
	Hesperiidae	<i>Carcharodus tripolinus</i> (Verity, 1925)
		<i>Muschampia proto</i> (Ochsenheimer, 1808)
		<i>Spialia sertorius</i> (Hoffmannsegg, 1804)
	Pieridae	<i>Anthocharis belia</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Colias croceus</i> (Fourcroy, 1785)
		<i>Euchloe crameri</i> (Butler, 1869)
		<i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pontia glauconome</i> (Klug, 1829)
	Lycaenidae	<i>Callophrys avis</i> (Chapman, 1909)
		<i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)
		<i>Plebejus agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
		<i>Polymmatius amandus</i> (Schneider, 1792)
		<i>Polymmatius escheri</i> (Hübner, 1823)
		<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)
		<i>Satyrium esculi</i> (Hübner, 1804)
	Nymphalidae	<i>Argynnis pandora</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
		<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Hipparchia algerica</i> (Oberthür, 1876)
		<i>Hipparchia ellena</i> (Oberthür, 1893)
		<i>Hyponphele lupina</i> (Costa, 1836)
		<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Melanargia lucasi</i> (Rambur, 1858)
		<i>Neohipparchia fatua</i> (Freyer, 1844)
		<i>Neohipparchia statilinus</i> (Hufnagel, 1766)
		<i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Pyronia cecilia</i> (Vallantin, 1894)		
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)		
Pyraloidea	Pyralidae	<i>Aglossa pinguinalis</i> (Linnaeus, 1758)

		<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)
		<i>Pyralis farinalis</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Stemmatophora vulpecalis</i> (Ragonot, 1891)
		<i>Synaphe interjunctalis</i> (Guenée, 1849)
	Crambidae	<i>Metasia suppandalis</i> (Hübner, 1823)
Bombycoidea	Sphingidae	<i>Hippotion celerio</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)
Geometroidea	Geometridae	<i>Adactylotis gesticularia</i> (Hübner, 1817)
		<i>Colotois pennaria</i> (Hübner, 1823)
		<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)
		<i>Idaea cervantaria</i> (Millière, 1869)
		<i>Idaea ochrata</i> (Scopoli, 1763)
		<i>Selidosema picturata</i> (Rothschild, 1914)
Noctuoidea	Notodontidae	<i>Thaumetopoea bonjeani</i> (Powell, 1922)
		<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
	Erebidae	<i>Apopetes spectrum</i> (Warren, 1913)
		<i>Catocala conjuncta</i> (Esper, 1787)
		<i>Catocala conversa</i> (Esper, 1787)
		<i>Catocala delilah</i> Strecker, 1874
		<i>Catocala dilecta</i> (Hübner, 1808)
		<i>Catocala hilaris</i> (Oberthür, 1907)
		<i>Catocala nymphaea</i> (Esper, 1787)
		<i>Catocala nymphagoga</i> (Esper, 1787)
		<i>Cymbalophora pudica</i> (Esper, 1784)
		<i>Eublemma ostrina</i> (Hübner, 1808)
		<i>Eublemma parva</i> (Hübner, 1808)
		<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Notarctia proxima</i> (Guérin-Méneville, 1844)
	Noctuidae	<i>Acontia lucida</i> (Hufnagel, 1766)
		<i>Agrotis puta</i> (Hübner, 1808)
		<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Bryophila domestica</i> (Hufnagel, 1766)
		<i>Dichonia aprilina</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Episema scillae</i> (Chrétien, 1888)		
<i>Euxoa rugifrons</i> (Mabille, 1888)		
<i>Pseudopanolis puengeleri</i> (Standfuss, 1912)		

4.1.2 - Les principales espèces des Hétérocères et Rhopalocères rencontrées dans le Parc National de Theniet el Had sont illustrés dans les figures ci-dessous.



*Metasia suppandalis*



*Adactylotis gesticularia*



*Synaphe interjunctalis*



*Idaea ochrata*



*Crombrughia laetus*



*Autographa gamma*



Ponte de *T. pityocampa*



Nid de processionnaires du pin



les chenilles en procession de nymphose



*Thaumetopoea pityocampa* (vue de face)



*Aglossa pinguinalis*



*Plodia interpunctella*



*Alucita hexadactyla*



*Stematophora vulpecalis*



*Eublemma parva*



*Pyralis farinalis*



*Macroglossum stellatarum*



La tête d'oiseau-mouche  
Moro-sphinx



*Ideea cervantaria*



*Adscita mauretana*



*Zygaena favonia*



*Zygaena zuleima zuleima*



*Cymbalophora pudica*



Œufs déposés en une  
Masse de *C. pudica*



*Esperia sulphurella*



Larve (chenille) de la Spongieuse *Lymantria dispar* Couvertes de touffes de poils.



*Episema scillae*



*Bryophila domestica*



*Selidosema picturata*



*Eupithecia rosmarinata*



*Hippotion celerio*



*Dichonia aprilina*



*Cossus cossus*



*Apopestes spectrum*



*Euxoa rugifrons*

**Figure 42a.** Principaux taxons des hétérocères récoltés dans le P.N.T.E.H. (Cliché Kacha, 2017)



*Zerynthia rumina*



*Lasiommata megera*



*Colias croceus*



*Anthocharis belia*



*Gonepteryx cleopatra*



*Hipparchia algirica*



*Aporia crataegi*



Chrysalide d'*A. crataegi*



*Pyronia cecilia*



*Pontia daplidice*



*Melanargia lucasi* femelle



Œufs de *M. lucasi*



*Lycaena phlaeas*



*Pieris rapae*



*Favonius quercus*

*Vanessa cardui**Vanessa atalanta**Carcharodus tripolinus**Nymphalis polychloros**Argynnis pandora**Hipparchia ellena**Maniola jurtina* mâle*Maniola jurtina* femelle*Plebejus agestis**Polyommatus icarus**Coenonympha pamphilus**Hyponephele lupina*

**Figure 42b.** Quelques taxons de rhopalocères récoltés dans le P.N.T.E.H. (Cliché Kacha, 2017)

### 4.1.3.- Extraction des génitalia

L'objectif de cette partie est de mettre en évidence les dissemblances significatives entre les génitalia des quatre *Catocala*. Ces hétérocères semblent morphologiquement identiques sans une identification précise, le doute reste permis. Pour ce faire, une étude de la systématique des appareils génitaux a permis de déterminer l'insecte avec exactitude.

Les extractions des génitalia sont des processus morphologiques utilisés en systématique, essentiellement au niveau de l'espèce et constituent des critères de détermination intéressants.

La préparation des génitalia a permis d'identifier les espèces du genre *Catocala* parmi lesquelles on cite: *Catocala conjuncta* (male), *Catocala hilaris* (male), *Catocala nymphaea* (male et femelle).

#### 4.1.3.1.- Génitalia mâle

L'appareil reproducteur des mâles (*Catocala conjuncta*, *Catocala hilaris*, *Catocala nymphaea*) est constitué de plusieurs pièces. La comparaison porte particulièrement sur les valves, le gnathos, le vinculum et le pénis (Figure 43). Bien que les adultes de genre *Catocala* puissent prêter à confusion par leur ressemblance, la comparaison des génitalia de ces quatre insectes montre clairement qu'il s'agit bien de quatre espèces différentes. Ces différences apparaissent particulièrement au niveau du gnathos, des valves, du vinculum et de l'édéage pour l'organe mâle.

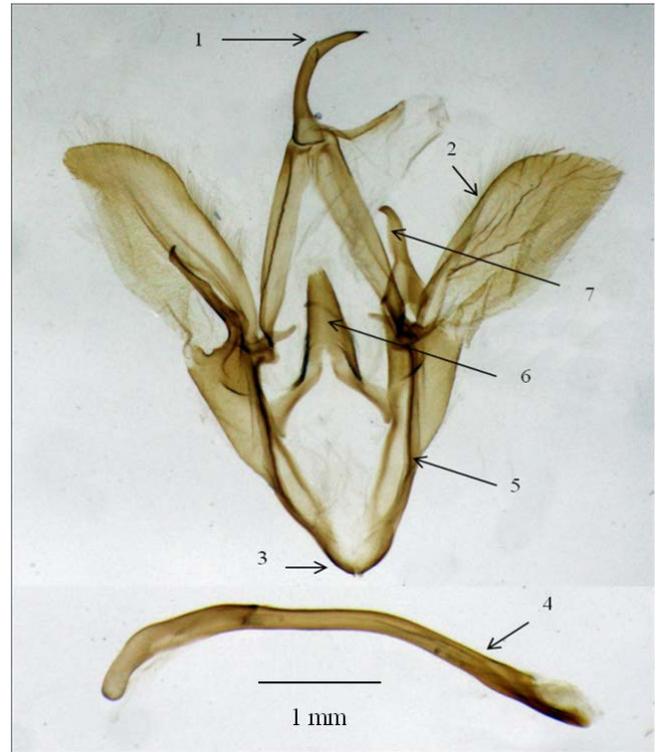
Les génitalia sont les pièces sclérotinisées de l'appareil reproducteur mâle et femelle, ils jouent un rôle primordial dans l'identification des espèces et plus largement dans la systématique des lépidoptères (Trân vinh liêm, 1977).

#### 4.1.3.2.- Génitalia femelle (*Catocala nymphaea*)

Si l'on se réfère à la figure 43, La structure génitale de la femelle comprend des pièces externes plus ou moins sclérifiées que l'on appelle les plaques anté et postvaginales. Ovipositeur relativement court; papilles anales allongées, fortes, légèrement poilues; apophyses postérieurs deux fois plus longs que les apophyses antérieures avec de longues pointes spatulées; apophyses antérieurs court, tout droit; ostium bursae ou l'orifice de copulation relativement large, en forme de V; ductus bursae court, cylindrique avec partie postérieure sclérifiée et partie antérieure membraneuse; corps bursae membraneux avec partie supérieure cylindrique et partie principale globulaire. Les deux photos (a et b) montrent bien qu'il y a bien une variation dans les génitalia. Ici, la variation est causée aussi parce que les pièces de génitalia ont été tiré plus forts dans la deuxième préparation.

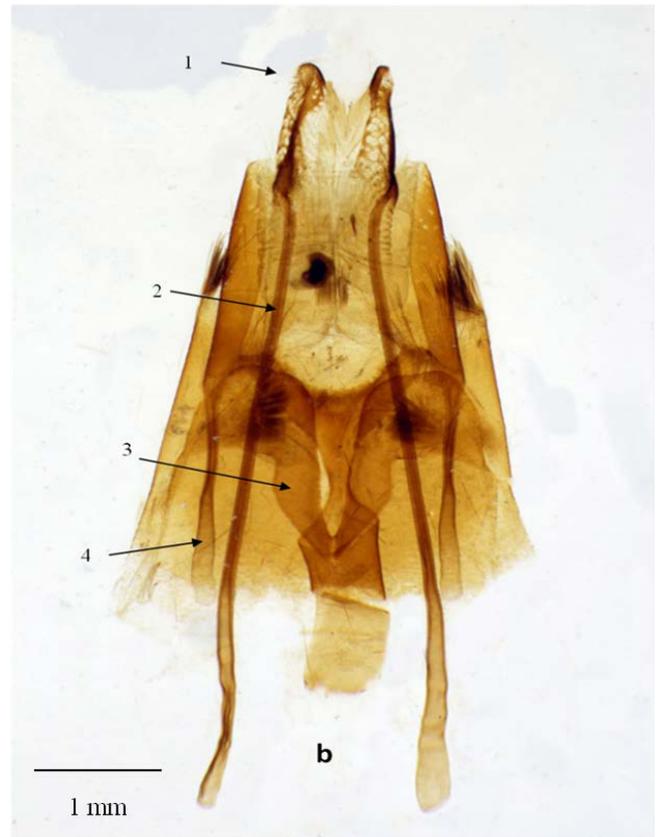
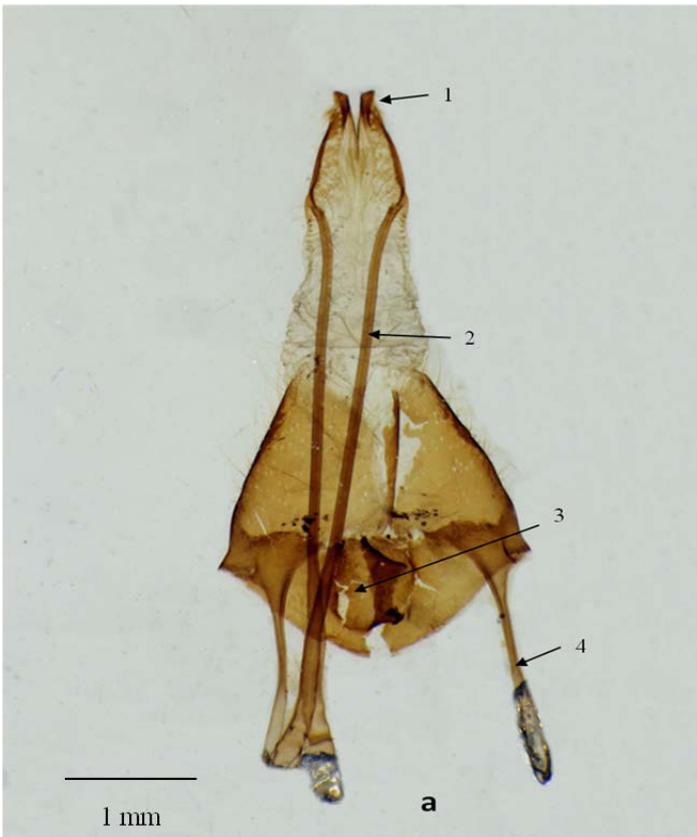


Armature génitale *Catocala conjuncta* mâle ♂



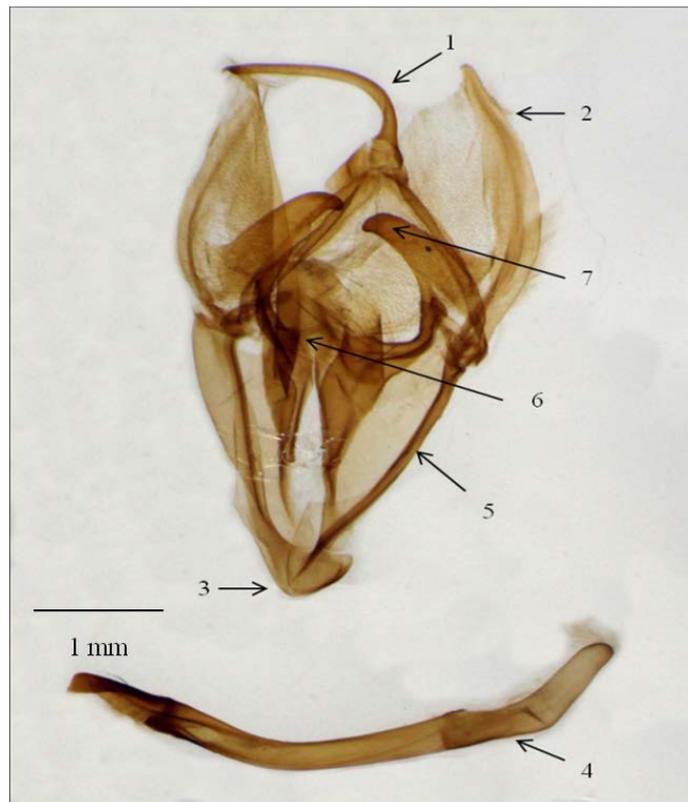
Armature génitale *Catocala hilaris* mâle ♂

1 : uncus ; 2 : valves ; 3 : saccus ; 4 : édéage ; 5 : vinculum ; 6 : anellus ; 7 : ampulla



Armature génitale de *Catocala nymphaea* femelle ♀ (a) et (b) vue ventrale

1 : papilles anales ; 2 : Apophyse postérieur ; 3 : Sterigma ; 4 : Apophyse antérieur ;



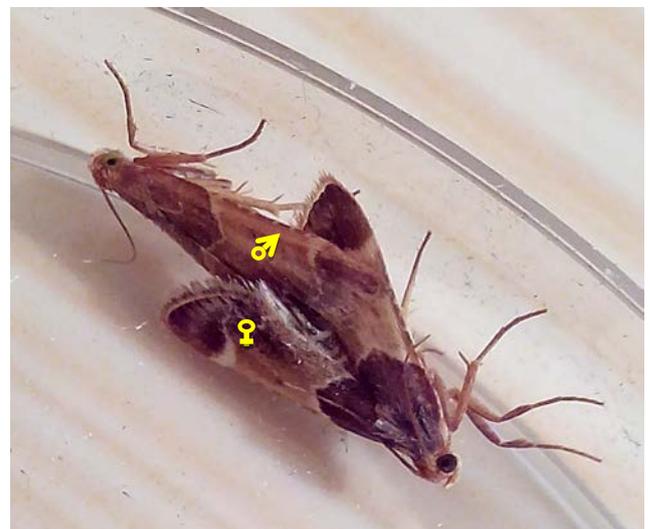
Armature génitale *Catocala nymphaea* mâle♂

1 : uncus ; 2 : valves ; 3: saccus ; 4 ; édéage ; 5 : vinculum ; 6 : anellus ; 7 : ampulla

**Figure 43.** Armature génitale de quelques espèces (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 44.** Exemples d'une collection lépidoptérique (Cliché Kacha, 2017)



**Figure 45.** Mâle (à gauche) et femelle (à droite) de *Pyralis farinalis* accouplés (Cliché Kacha, 2017)

#### 4.1.4.- Identification du cortège d'espèces végétales caractéristiques du parc national Theniet El Had

La végétation naturelle spontanée caractérise l'état écologique d'un écosystème afin de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (**Blandin, 1986**). Elle reflète la meilleure réponse au type de climat et des sols (**Ozenda, 1986**). Ainsi, la végétation est utilisée dans ce travail pour exprimer d'une manière synthétique les conditions situationnelles (**Beguïn et al., 1979 ; Rameau, 1987**). La connaissance de la biodiversité floristique du site étudié et l'écologie des espèces végétaux (Tab.7 ; Fig.15) ont été obtenues selon une synthèse bibliographique des ouvrages : **Zedek (1984), Behafid (2004), Nezar et Benyahia (2005), Nacéri (2005), Laribi (2007), Kouar (2008), Djoudi et Khelifi (2008), Rekmouche et Rezig (2010), Habib et Zoubir (2011), Yahi et al., 2012**).

Les espèces considérées comme étant très rares ou extrêmement rares (RR et RRR) ne sont pas prises en compte. Une synthèse demeure nécessaire pour établir un inventaire du cortège de la flore au niveau du P.N.T.E.H. La flore de ce Parc se compose de 407 taxa, soit un taux de 13% de la flore d'Algérie estimée à 3139 espèces (**Quezel et Santa, 1962-1963**) réparties sur 60 familles et 247 genres, ce qui représente environ 40% des familles et 26,20% des genres recensés en Algérie (**Habib, 2013**).

- **l'attractivité des lépidoptères par la plante hôte**

La biodiversité en forêt ne peut s'envisager sans faire référence aux organismes saproxyliques. Les lépidoptères défoliateurs, se définissent comme des espèces qui dépendent, au moins pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant (**Speight, 1989**). Ces saproxyliques occupent une place très importante au sein des écosystèmes forestiers européens, représentant entre 20 et 25 % des espèces forestières (**Dajoz, 1998 ; Stockland et al., 2004**).

Les arbres sont des habitats très divers et évolutifs. En effet, Le bois mort est reconnu comme un élément clef des forêts, il contribue de manière significative à la séquestration du carbone (**Harmon et al. 2009**), au cycle des éléments nutritifs (**Harmon et al., 1986 ; Müller et al., 2005**) et au maintien d'une part importante de la biodiversité forestière (**Speight, 1989**). Chez de nombreuses espèces d'insecte, (larves et adultes) ne fréquentent pas les mêmes habitats à cause de leurs régimes alimentaires différents. A l'échelle des Coléoptères saproxyliques, l'habitat au stade larvaire peut être réduit à quelque dm<sup>3</sup> de bois ou de terreau (**Brustel, 2004**).

Certains insectes vont se développer dans les branches, d'autres dans les écorces ou encore dans le terreau d'une cavité (avec des espèces différentes selon l'emplacement de la cavité : haute ou basse). Il n'est pas nécessaire que l'arbre soit mort pour attirer les insectes **Meziane (2017)**. En effet, des arbres vivants peuvent présenter de nombreux habitats potentiels favorables à une faune saproxylique (branches mortes, cavités, plaie avec écoulement de sève). Le nombre d'espèces saproxyliques semble compris entre 4 000 et 5 000 pour un ensemble d'espèces forestières estimé à 19 000, ce qui signifie que 20 à 25 % des espèces forestières dépendent du bois morts à l'échelle mondiale (**Dajoz, 2007**).

Les insectes saproxyliques jouent un rôle essentiel dans la survie et la régénération des forêts (**Calmont, 2012**). Les plus importants dans les régions tempérées sont des lépidoptères, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Diptères. Ces insectes participent au recyclage de la matière organique et sont nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers.

La réponse de l'arbre à la défoliation a fait l'objet de nombreuses études. Néanmoins, La réponse de l'arbre hôte dépend d'abord de l'intensité de la défoliation (**Kolb et al., 1999, Piene et Little, 1990**). La défoliation affectant l'arbre dans un premier temps par une dégradation de l'appareil photosynthétique, il est donc logique de considérer que la réponse de l'arbre est proportionnelle à l'intensité de la défoliation (**Kulman, 1971**). En moyenne, les ravageurs primaires vivant dans le bois causent moins de dommage sur des arbres stressés hydriquement. Les ravageurs primaires vivant dans le feuillage (défoliateurs) causent plus de dégâts sur des arbres stressés hydriquement. Les dégâts d'insectes secondaires augmentent avec la sévérité du stress hydrique **Jacquet (2012)**. Le degré de vulnérabilité aux défoliations par les insectes varie en fonction de l'essence de l'arbre (**Vanderklein et Reich 1999**) et/ou de son génotype (Sanchez-Martinez and Wagner 1994). *Quercus spp* survivent fréquemment à des épisodes répétés de défoliation par le *Bombyx disparate* alors que les pruches du Canada (*Tsuga canadensis* L. Carr) peuvent mourir des suites d'un seul épisode de défoliation (**Campbell et Sloan, 1977 ; Twery, 1990**). Les insectes défoliateurs par exemple, peuvent avoir de meilleures performances sur des arbres soumis à un stress hydrique modéré car les concentrations en azote foliaire sont plus fortes (**Larsson et Björkman 1993**). Le contenu en eau de la plante hôte est ainsi corrélé positivement à la croissance des larves d'*Epirrita autumnata* (**Henriksson et al., 2003, in Rouault et al., 2006**), de *Thaumetopoea pityocampa* (**Hodar et al., 2002, dans Rouault et al., 2006**). Après un stress hydrique sévère, les vibrations émanant de la cavitation des tissus de xylème pourraient attirer les insectes tels que les xylophages ou les scolytes (**Raffa 2001, in Rouault et al., 2006**). L'écorce et le bois des arbres stressés peuvent libérés des composants chimiques (terpènes et alcools) attractifs pour

les agents secondaires tels que les xylophages et scolytes (**Kelsey et Joseph 2001, in Rouault et al., 2006**).

En Algérie, plusieurs études sont réalisées sur l'inventaire des arthropodes en général et de, l'entomofaune en particulier dans les milieux forestiers. Nous citons à titre d'exemple, **Fritah (1984), Benkhelil et al., (1992), Mehenni (1994), Ghanem (2014), Talbi (2010)**. Parmi les insectes ravageurs des forêts méditerranéennes, certains ont une présence permanente comme la tordeuse des pousses de pin; d'autres ont des pullulations cycliques plus au moins longues caractérisées par une gradation présentant une phase de latence, une période de progradation, une phase de culminance, une période de rétrogradation, et une phase de latence, cas du *Lymantria dispar* (*Lepidoptera ; Lymantriidae*) **Kerris (2001)**. Une grande partie de la variation dans la distribution des papillons expliquée par la végétation ne peut pas être expliqué comme une variation spatialement structurée **Remini et Moulai (2017)**, qui met l'accent sur l'importance des conditions locales (**Sawchik et al., 2003**). En effet, 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 (1977)**, suggère que de nombreuses espèces sont très mobiles et l'attraction des papillons adultes est reflétée largement aux plantes à fleurs. Le Tircis, *Pararge aegeria* est une abondante en Afrique du Nord, fréquente les allées des bois, les buissons, les lieux ombragés, les clairières, les lisières et les forêts ouvertes (**Leraut, 1992**). 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**). D'après **Robineau (2007)**, la chenille de la Phalène sacrée, polyphage et au développement très rapide, se nourrit sur divers Asteraceae, Rosaceae, Chenopodiaceae... 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**). **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 ballus cyrenaica*. 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. **Grill et Cleary (2003)**, n'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**). (**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. Par contre, **Lizée et al. (2011)** ont trouvé que les jachères constituent le type d'habitat le plus riche en espèces entomofaune (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.



*Narcissus tazetta* Linnée, 1753  
(Amaryllidaceae)



*Carlina* sp. (Asteraceae)



*Romulea bulbocodium*  
(L.)Sebast. & Mauri  
(Iridaceae)



*Crocus atlantica* Linnée  
(Iridaceae)



*Urginea autumnalis*  
(L.) Speta (Asparagaceae)



*Orchis mascula* Linnée  
Orchidaceae

**Figure 46. Quelques espèces végétales de la strate herbacée « plantes hôtes »  
(Cliché Kacha, 2017)**

#### 4.2.- Analyse de la structure taxonomique

Les résultats sont exprimés par des indices écologiques : la richesse totale (S) et moyenne (Sm) ; l'abondance relative (AR%) et la fréquence d'occurrence (FO %) ainsi que l'indice écologique de structure de la diversité de Shannon (H') et l'équitabilité (E).

#### 4.2.1.- Par canton

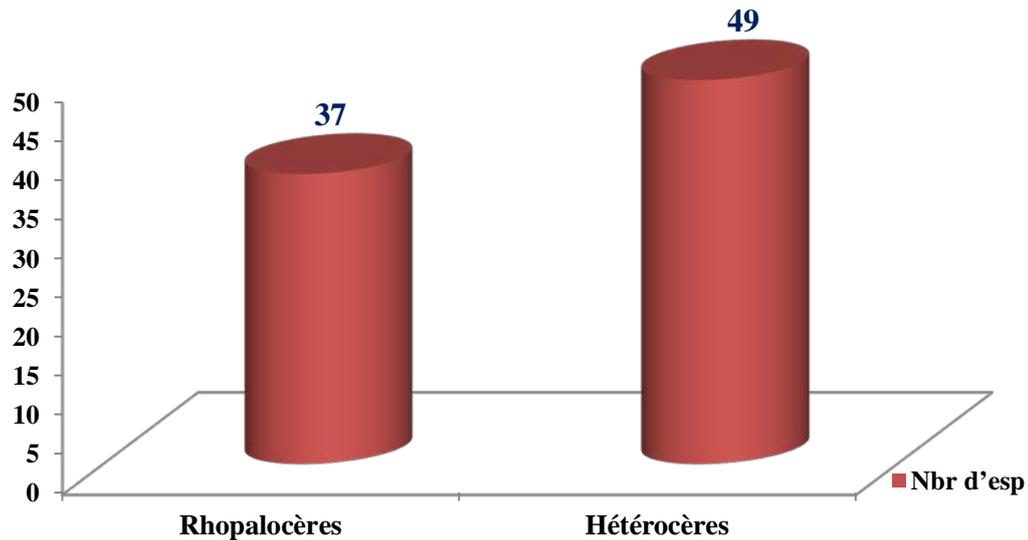
L'analyse de la composition taxonomique du peuplement global a conduit à la détermination des spécimens d'une collection de 3139 individus appartenant à 19 familles (Rhopalocère + Hétérocères) représentés dans le Tableau 1. Les Rhopalocères sont représentés par 05 familles, comportant 37 espèces représentées par un total de 1654 individus.

Les Hétérocères sont nettement plus diversifiés avec 14 familles, dont 49 espèces déterminées avec 1485 individus. Retenons à ce stade qu'un nombre important de spécimens n'a été déterminés qu'au rang de la famille (Tab.8)

L'échantillonnage est réalisé dans 68 stations au niveau des différents sites du P.N.T.E.H : Kaf Sachine, Kaf-Siga, El Guerouaou, Djouareb, Pépinière, Ferciouane, Ourten, Rond point, Pré-Ben Chouhra, et Sidi Abdoune. Durant trente mois d'observations, de Mars 2015 à Août 2017, un total de 3139 individus est collecté appartenant à 86 espèces, 19 familles et 27 genres. Cette communauté est subdivisée en deux sous ordre ; les Rhopalocères (diurnes) et les Hétérocères (nocturne) (Fig.47).

- Les Hétérocères sont nettement plus diversifiés et comptent 14 familles et 49 espèces soit 56.97% avec 1485 spécimens adultes dénombrés soit une abondance de 47.31% de la totalité des lépidoptères au cours de l'échantillonnage. Retenons qu'un nombre important d'individus n'a été déterminé qu'au rang de la famille.
- Les Rhopalocères sont représentés par 05 familles, comportant 37 espèces soit 43.03% et 1654 individus soit une abondance de 47.31% de la totalité des lépidoptères 52.69%.

08 familles sont signalées pour la première fois au niveau de notre zone d'étude : Alucitidae, Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae, avec 61 espèces nouvellement signalées.



**Figure 47. Comparaison de la diversité entre les Rhopalocères et Hétérocères au niveau du P.N.T.E.**

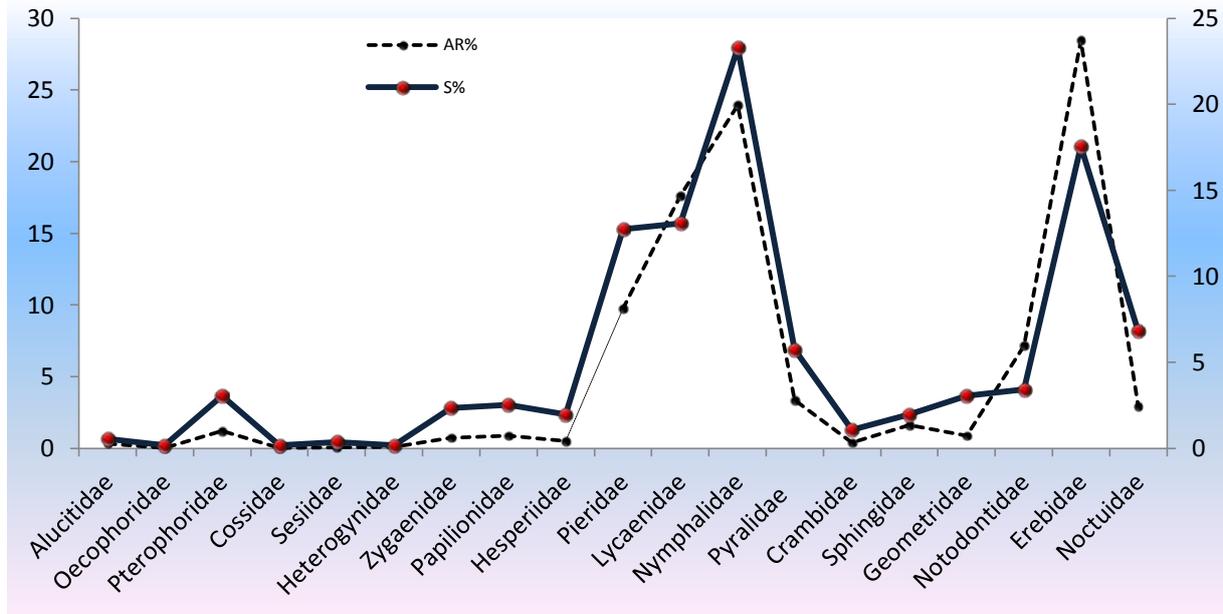
#### **4.2.1.1.- Importance relative de la richesse totale lépidofaune**

L'analyse taxonomique tient compte également de la variabilité de nombre d'espèces et du nombre d'individus par taxon. La (Fig.47) met en évidence l'importance relative des différentes familles. Pour avoir une idée globale sur l'importance des principales familles de lépidoptères dénombrés, nous avons dressé un tableau récapitulatif dans lequel est précisé le nombre d'espèces par famille ainsi que le nombre d'individu par espèce. Les résultats obtenus sont illustrés dans le (Annexe.1).Ce tableau à permis de tracer la courbe (Fig.47) qui représente l'importance relative exprimée en pourcentage des 19 familles récoltées.

Partant de la richesse taxonomique, nous remarquons deux pics dans la figure. La famille la plus riche est celle des Nymphalidae avec 15 taxons, soit un taux de 23.30%, vient en deuxième position la famille des Erebidae avec 13 taxons (17.56%), suivie par la famille des Lycaenidae avec une proportion de 13.08%. Les Pieridae représentent 12.72% ; les Noctuidae 6.81% ; Pyralidae 5.73%, 13 familles affichent des importances de l'ordre entre 0.18 et 3.41%. Sur les 19 familles, quatre (04) sont représentées par un seul taxon et restent très diversifiées (Annexe.1).

Le peuplement récolté dans le parc de Theniet El Had est caractérisé par l'importance des Nymphalidae qui constituent la famille la plus diversifiée avec 15 espèces.

Le nombre d'individus est également variable d'une famille à une autre (Fig.47) En revanche les Erebidae représentent 894 soit 28.48 % de la faune globale récoltée, suivie par les Nymphalidae avec 751 individus, soit (23.92 %).



**Figure 48. Importance relative et la richesse totale lépidofaune en fonction des familles récoltées (en pourcentage %).**

La famille des Lycaenidae avec 17.62% vient en troisième position, Pieridae en quatrième 9.75% puis Notodontidae 7.14%. Bien qu'elle reste numériquement faible, la famille des Noctuidae ne représente en nombre que 2.93% de la collection totale. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre de familles.

Au sein des Erebidae, c'est le genre *Catocala* qui contribue avec le plus grand nombre d'individus avec 794 individus (88.8%). *Catocala nymphaea*, *Catocala conversa* et *Catocala nymphagoga*. Sont les plus représentés, la première espèce apparaît avec 143 individus soit un taux de 16 %, la seconde avec 134 individus soit 15% et la troisième avec 126 individus soit 14.09 %. Concernant le nombre des Nymphalidae, on note que le plus grand nombre d'individus a été signalé pour le genre *Hipparchia* avec 203 individus qui inclues deux espèces. *Hipparchia algerica* 123 individus soit 16.38 % et *Hipparchia ellena* 80 individus soit 10.65 %.

Une famille est représentée par des doubletons et deux familles par des singletons. Il apparaît clairement que certaines familles sont nettement moins nombreuses et moins diversifiées et nécessitent un intérêt tout particulier dans le cadre de préservation et de conservation de ces milieux forestiers (Fig.47).

Le nombre d'individus recensés dans les dix cantons du P.N.T.E.H. La valeur maximale de l'abondance pendant les trente mois d'observation est notée dans le canton de Pré-Ben Chouhra représentant 19.91% de la communauté lépidoptérique globale, suivie d'El Guerouaou avec 433 individus (13.79%) (Fig.47). Le Pèpinière affiche une abondance de 397 individus (12.65%). Quant aux Sidi Abdoune note un effectif de 326 individus. Enfin, les cantons qui restent, enregistrent des valeurs moins de 10 %.

Au cours de 30 mois de prospection, la famille des Nymphalidae est la plus diversifiée avec un taux de 23,30 %, mais avec un effectif de 23.92% par contre la famille des Erebidae impose sa présence avec une abondance relative élevée (28.48%) de l'effectif global collecté et une richesse spécifique faible de 17.56 % en comparaison de la famille des Nymphalidae. Sur l'ensemble des 19 familles de lepidopteres capturées au cours des trentes mois d'échantillonnage, seulement 9 d'entre elles ont été observées dans tous les cantons étudiées. On cite ; Pterophoridae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Sphingidae, Notodontidae, Erebidae, Noctuidae.

Ainsi, les Erebidae ont été dominante dans tous les cantons, avec un effectif de 894. Elles sont suivies par les Nymphalidae qui sont bien représentées dans le canton Pré-Ben Chouhra 166 individus. De même, cette famille présente un effectif total de 751 individus dans tous les cantons. Lycaenidae enregistre un effectif de 553 individus, Quant aux les Pieridae et Notodontidae notent des abondances comparables respectives de 306 et 224 individus. Suivi également par les familles Pyralidae, les Noctuidae et les Sphingidae avec respectivement 106 individus chacun (AR% = 92,51%) (Fig.49). Enfin la famille des Pterophoridae représente une abondance appréciable avec 38 individus et cela dans tous les cantons.

L'ensemble des espèces de lépidoptères capturées pendant la période d'étude, seulement 30 d'entre elles ont été observées dans tous les cantons étudiées. On cite ; *Crombrughia laetus*, *Colias croceus*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Callophrys avis*, *Favonius quercus*, *Lycaena phlaeas*, *Plebejus agestis*, *Polymmatu amandus*, *Polymmatu escheri*, *Argynnis pandora*, *Hipparchia algirica*, *Hipparchia ellena*, *Hyponphele lupina*, *Lasiommata megera*, *Maniola jurtina*, *Nymphalis polychloros*, *Pyronia cecilia*, *Vanessa cardui*, *Pyralis farinalis*, *Macroglossum stellatarum*, *Thaumatopoea pityocampa*, *Catocala conjuncta*, *Catocala conversa*, *Catocala delilah*, *Catocala dilecta*, *Catocala hilaris*, *Catocala nymphaea*, *Catocala nymphagoga*, *Episema scillae*. par contre ; 8 espèces ont été observées uniquement dans l'une des cantons, il s'agit de ; *Esperia sulphurella*, *Colotois pennaria* pour le canton Pèpinière, *Cossus cossus* pour Ourten, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron*

*leucomelaena* pour El Guerouaou , *Heterogynis penella*, *Selidosema picturata* pour Pré-Ben Chouhra, *Hippotion celerio* pour Kaf Sachine.

Les espèces *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron leucomelaena*, *Hippotion celerio*, *Colotois pennaria*, *Selidosema picturata*, sont les espèces les moins répondues lors de notre étude, son pourcentage était de 0,03%. La population étudiée est composée d'un seul individu seulement qui a vraisemblablement été contracté lors d'activités de chasse.

La Figure.50 montre que les Nymphalidae dominent encore une fois dans toutes les stations avec une richesse totale 15 taxons, (soit un taux de 23.30% toutes espèces confondues), dans le canton Kaf Sachine ; El Guerouaou et Rond point avec 14 espèces pour chacun, 13 espèces dans le canton Pépinière ; Sidi Abdoune ; Pré-Ben Chouhra ; Kaf-siga et Ourten, Djouareb avec 12 espèces, Ferciouane avec 11 espèces.

Les Erebidae sont suivis par la famille des Nymphalidae qui sont bien représentés 17.56 % dans le canton El Guerouaou avec 13, Sidi Abdoune et Pépinière enregistrent 12 espèces, d'une part. Et d'autre part, les Lycaenidae sont aussi bien représentés dans les cantons Pépinière, El Guerouaou, Pré-Ben Chouhra, Djouareb, Rond point avec 8 espèces.

Pépinière est le canton le plus diversifié représente 16 familles et 72 espèces, suivi par El Guerouaou avec 15 familles et 71 espèces, puis Pré-Ben Chouhra englobe 15 familles et 69 espèces. Kaf Sachine présente 12 familles et 54 espèces, en cinquième position vient le canton du Rond point avec 13 familles et 54 espèces (Tab.11).

Ourten présente 13 familles et 50 espèces. Quant aux Sidi Abdoune et Ferciouane enregistrent 13 familles et 49 espèces pour chacune. Enfin Djouareb et Kaf-siga sont nettement moins diversifiées avec 10 familles et 45 espèces, pour chacune.

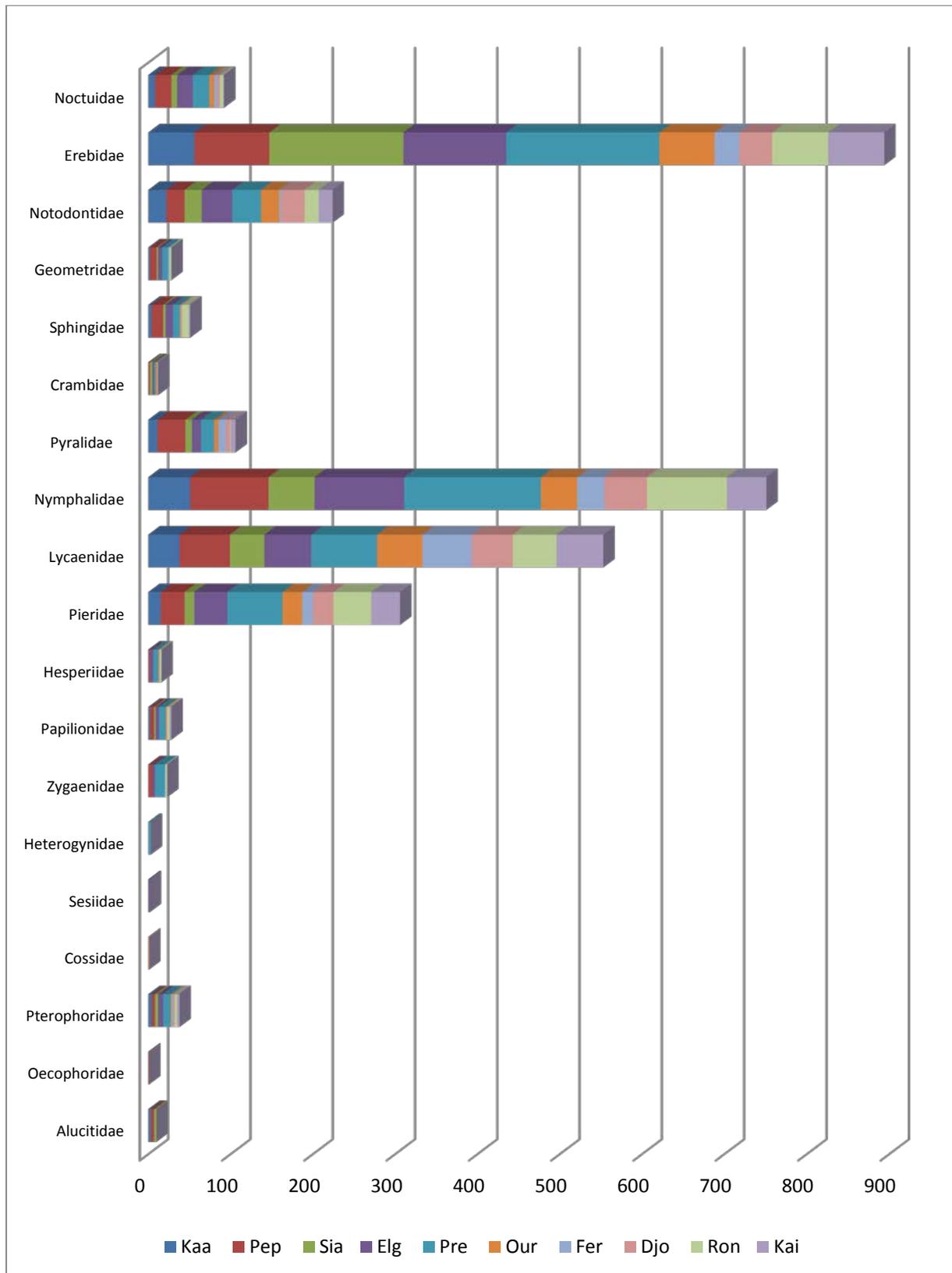


Figure 49. Représentation de l'abondance des familles des lépidoptères dans les dix cantons.

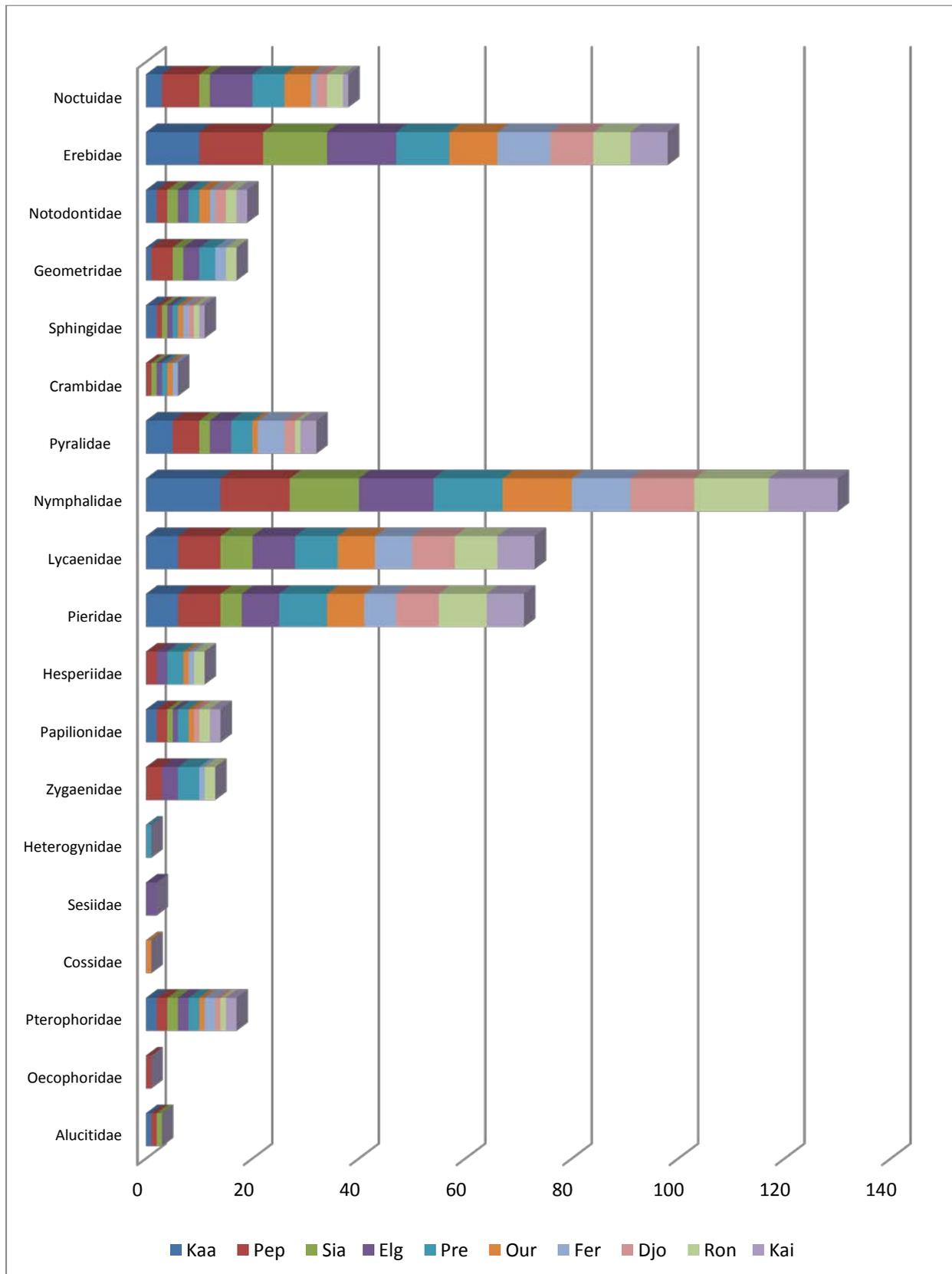


Figure 50. Diversité de lépidofaune par famille dans les dix cantons du P.N.T.E.H

**4.2.1.2.- L'Abondance relative globale (AR %) des lépidoptères par familles et par canton sont notés dans le tableau. 9**

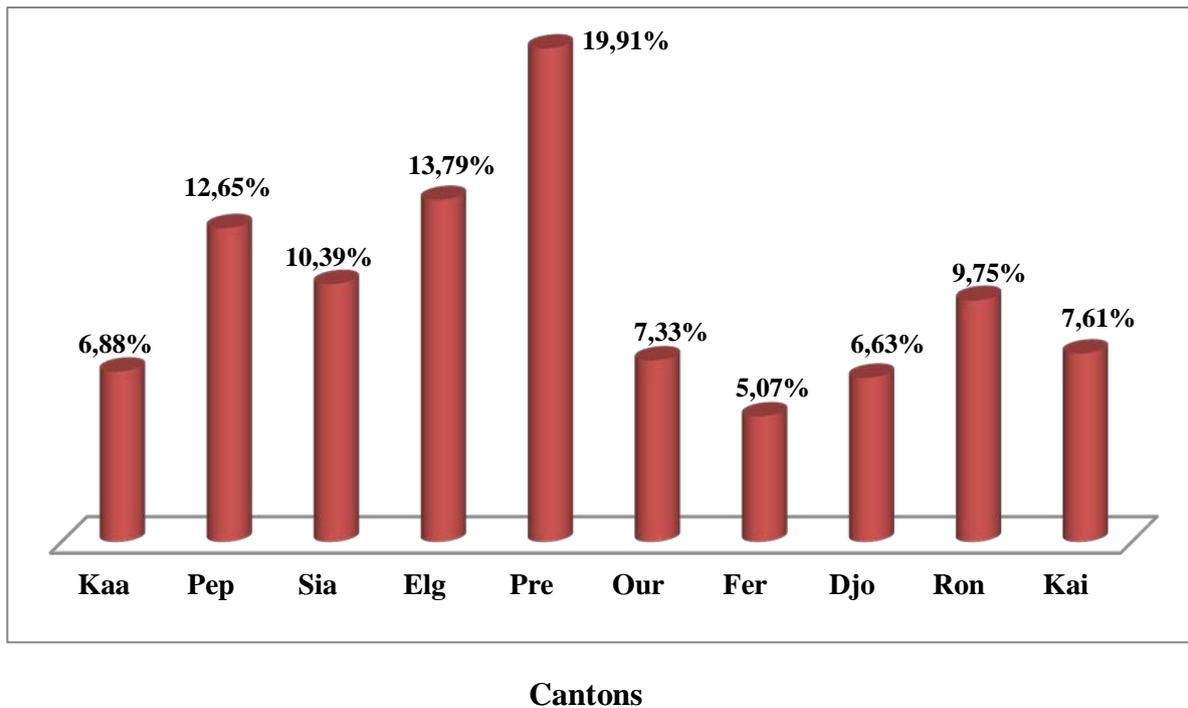
**Tableau 9.** Abondance relative globale (AR %) des lépidoptères par familles et par canton

Famille	canton									
	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai
	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)	AR(%)
<b>Alucitidae</b>	1,39	1,01	0,92	00	0,00	00	00	00	00	00
<b>Oecophoridae</b>	00	0,25	00	00	0,00	00	00	00	00	00
<b>Pterophoridae</b>	1,85	1,01	1,22	1,39	1,44	0,43	1,26	0,97	0,98	1,26
<b>Cossidae</b>	00	00	00	0,00	00	0,43	00	00	00	00
<b>Sesiidae</b>	00	00	00	0,46	00	00	00	00	00	00
<b>Heterogynidae</b>	00	00	00	00	0,48	00	00	00	00	00
<b>Zygaenidae</b>	00	1,26	00	0,69	1,92	00	0,63	00	0,66	00
<b>Papilionidae</b>	0,93	1,26	0,61	0,92	1,28	0,44	00	0,48	0,98	0,84
<b>Hesperiidae</b>	00	0,50	00	0,92	0,96	0,44	0,63	00	0,66	00
<b>Pieridae</b>	6,94	7,30	3,68	9,24	10,72	10,44	8,17	12,02	15,03	14,64
<b>Lycaenidae</b>	17,59	15,37	12,88	13,16	12,80	23,91	37,74	24,04	17,32	23,85
<b>Nymphalidae</b>	23,61	23,93	17,18	25,17	26,56	19,13	20,75	25	31,7	20,08
<b>Pyralidae</b>	5,09	8,56	2,45	2,54	2,56	2,17	5,66	2,41	0,33	2,51
<b>Crambidae</b>	00	0,50	0,92	0,46	0,32	0,87	0,63	00	00	00
<b>Sphingidae</b>	1,85	3,53	0,92	2,08	1,28	0,44	0,63	0,48	2,61	0,84
<b>Geometridae</b>	0,93	2,02	0,61	1,15	1,12	00	1,26	00	0,65	00
<b>Notodontidae</b>	10,19	5,54	6,44	8,55	5,60	9,57	1,26	13,94	5,56	7,12
<b>Erebidae</b>	25,93	22,92	50	28,87	29,76	29,13	18,87	19,23	22,22	28,45
<b>Noctuidae</b>	3,70	5,04	2,14	4,39	3,20	2,61	2,51	1,45	1,31	0,42

- **L'importance relative (en %) des individus selon les cantons sont illustrées dans la Figure (51).**

Le nombre d'individus recensés dans les dix cantons du P.N.T.E.H, diffère d'un canton à un autre, La Figure (51) montre que le canton de Pré-Ben Chouhra est quantitativement la mieux représentée avec 625 individus soit un taux de 19.91%. Dans la seconde position vient le canton El Guerouaou avec 433 soit un taux de 13.79%, puis la Pépinière avec un taux égale à 12,65%. Le Rond point et Sidi Abdoune comptant respectivement un pourcentage de 9,75% et 10,39%. Les cantons Kaf-siga, Ourten occupent respectivement la sixième et septième position avec 7.61 % et 7.33% (Tab.9).

Les autres cantons sont faiblement représentées avec un taux allant de 5.07 % (Ferciouane), 6.63% (Djouareb) à 6.88 % pour Kaf Sachine.



**Figure 51. Importance relative (en %) des individus selon les cantons**

Le grand nombre d'espèces de papillons sont observées à Pré-Ben Chouhra. Cela peut être s'expliquer par :

- La présence d'une source d'eaux (Toursout) qui utilisée pour les besoins de la faune, aussi par l'eau libre entourée pour la majeure partie de ce canton ;
- Par l'existence de plusieurs formations végétales, notamment la strate herbacée et surtout par les plantes nourricières.

Selon **Manil et al., 2009** ont signalés que les milieux moins perturbés contiennent une faune plus riche et plus abondante. Plusieurs espèces ne se trouvent qu'en forêt ou sur les clairières.

## 4.2.1.3.- Richesse total (S)

La Richesse (S%) des espèces par familles de lépidoptère recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois d'échantillonnage et au cours les années 2015, 2016 et 2017 sont regroupées dans le tableau (10).

**Tableau 10. Richesse (S%) des espèces par familles de lépidoptère recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois de l'année 2015/ 2016/2017.**

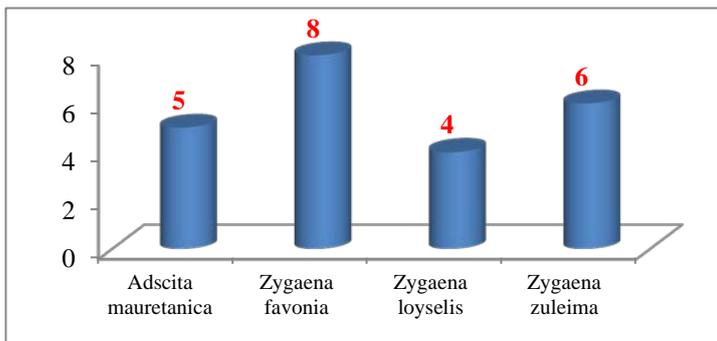
Famille	canton									
	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai
	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)
<b>Alucitidae</b>	1,85	1,39	2,04	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oecophoridae</b>	0,00	1,39	0,00	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pterophoridae</b>	3,70	2,78	4,08	2,82	2,90	2	4,08	2,22	1,85	4,44
<b>Cossidae</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sesiidae</b>	0,00	0,00	0,00	2,82	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Heterogynidae</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zygaenidae</b>	0,00	4,17	0,00	4,23	5,80	0	2,04	0,00	3,70	0,00
<b>Papilionidae</b>	3,70	2,78	2,04	1,41	2,90	2	0,00	2,22	3,70	4,44
<b>Hesperiidae</b>	0,00	2,78	0,00	2,82	4,35	2	2,04	0,00	3,70	0,00
<b>Pieridae</b>	11,11	11,11	8,16	9,86	13,04	14	12,24	17,78	16,67	15,56
<b>Lycaenidae</b>	11,11	11,11	12,24	11,27	11,59	14	14,29	17,78	14,81	15,56
<b>Nymphalidae</b>	25,93	18,06	26,53	19,72	18,84	26	22,45	26,67	25,93	28,89
<b>Pyralidae</b>	9,26	6,94	4,08	5,63	5,80	2	10,20	4,44	1,85	6,67
<b>Crambidae</b>	0,00	1,39	2,04	1,41	1,45	2	2,04	0,00	0,00	0,00
<b>Sphingidae</b>	3,70	1,39	2,04	1,41	1,45	2	2,04	2,22	1,85	2,22
<b>Geometridae</b>	1,85	5,56	4,08	4,23	4,35	0	4,08	0,00	3,70	0,00
<b>Notodontidae</b>	3,70	2,78	4,08	2,82	2,90	4	2,04	4,44	3,70	4,44
<b>Erebidae</b>	18,52	16,67	24,49	18,31	14,49	18	20,41	17,78	12,96	15,56
<b>Noctuidae</b>	5,56	9,72	4,08	11,27	8,70	10	2,04	4,44	5,56	2,22

- La richesse (S%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had par cantons sont notées dans le tableau 11.

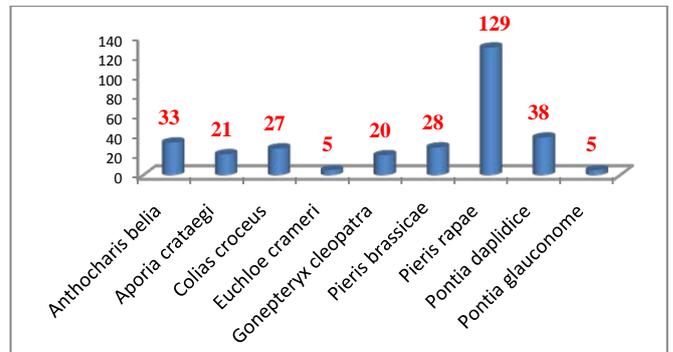
**Tableau 11. Richesse (S%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du Parc National de Theniet El Had par cantons.**

Cantons	Nbr Total	Total %
Kaf Sachine	54	9,68
Pépinière	<b>72</b>	<b>12,90</b>
Sidi Abdoune	49	8,78
El Guerouaou	71	12,72
Pré-Ben Chouhra	69	12,37
Ourten	50	8,96
Ferciouane	49	8,78
Djouareb	45	8,06
Rond point	54	9,68
Kaf-siga	45	8,06
<b>Totale</b>	<b>558</b>	<b>100</b>

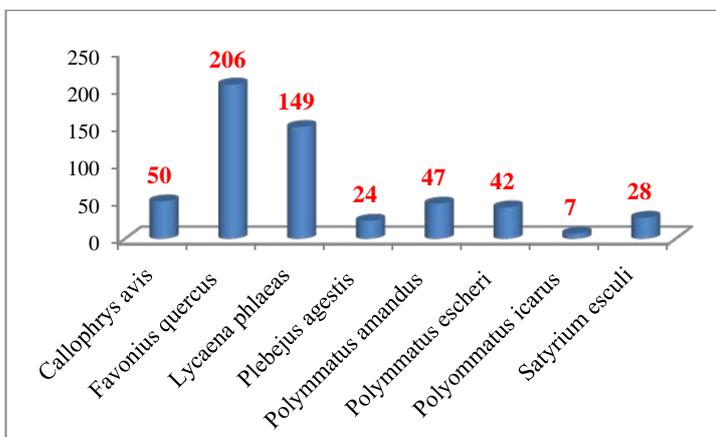
- Le nombre d'individus d'espèces de chaque famille lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had par cantons sont illustrées dans la Figure.52



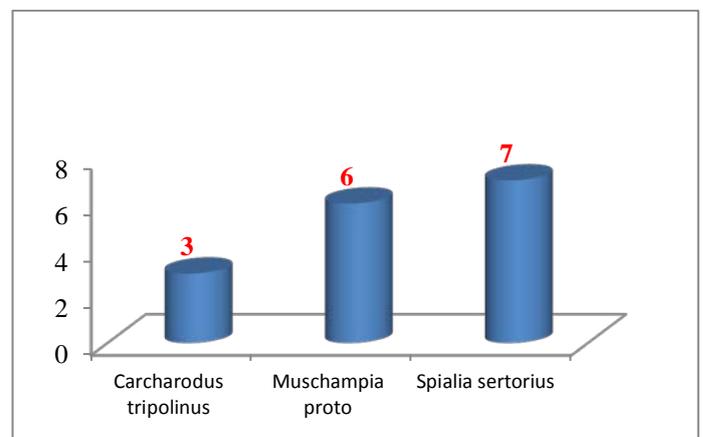
**Zygaenidae**



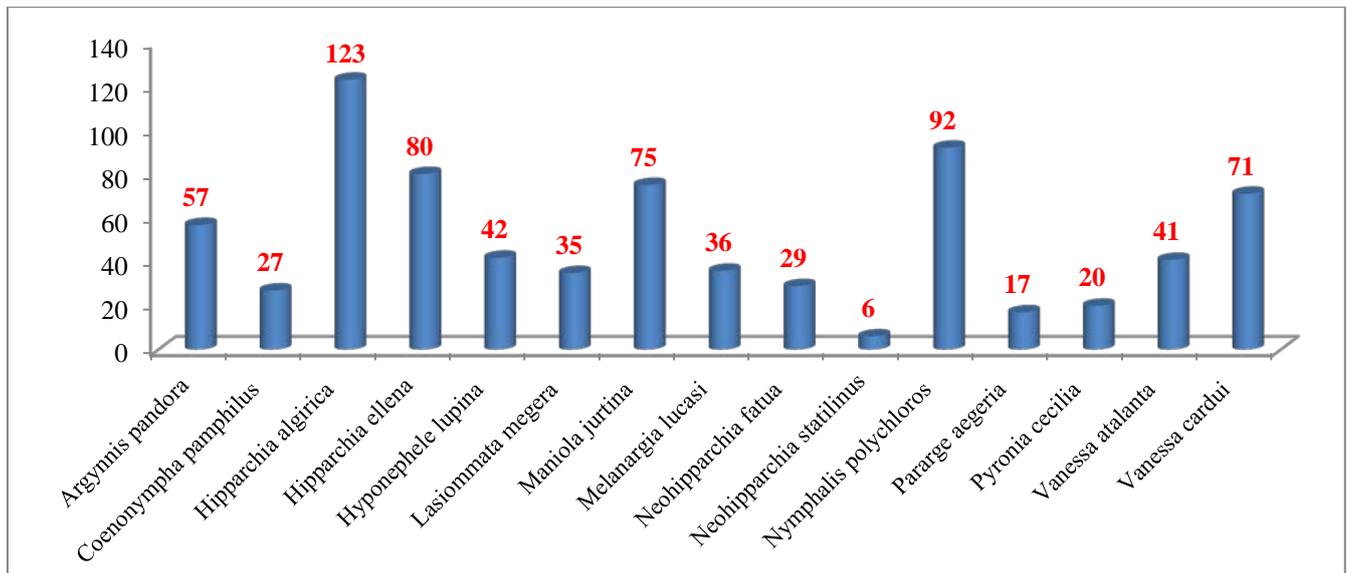
**Pieridae**



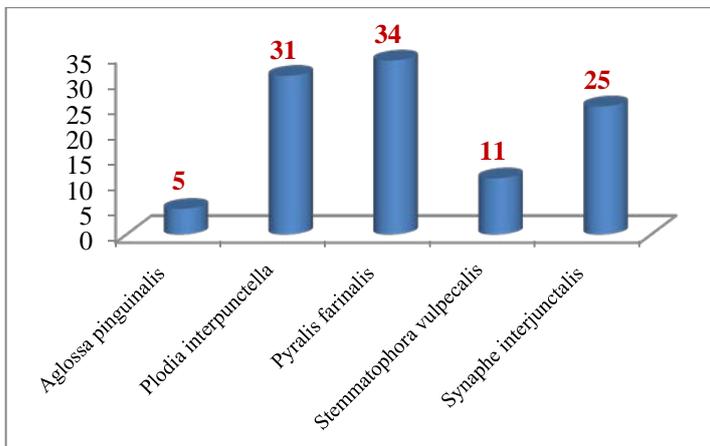
**Lycaenidae**



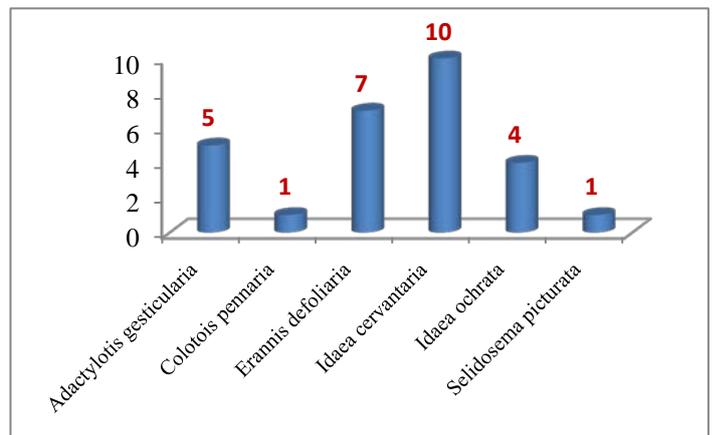
**Hesperidae**



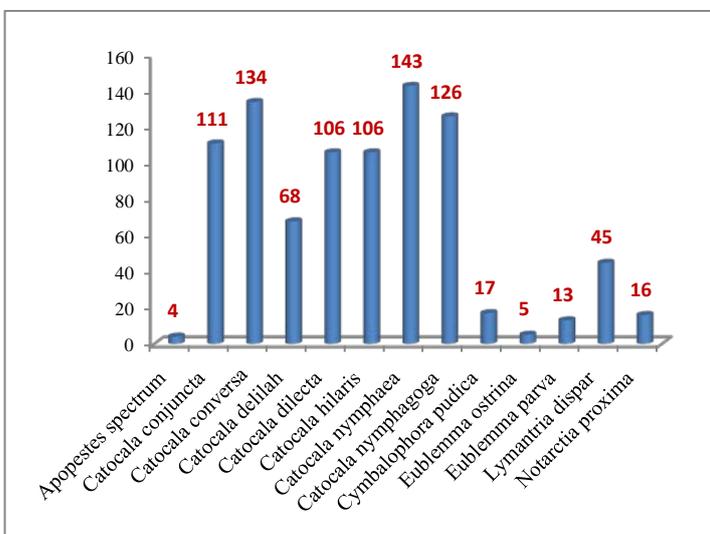
**Nymphalida**



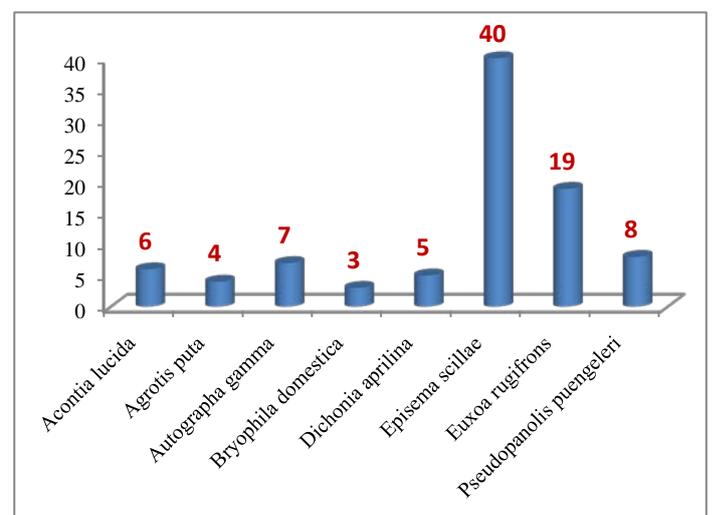
**Pyralidae**



**Geometridae**



**Erebidae**



**Noctuidae**

**Figure 52. Nombre d'individus des espèces de chaque famille.**

#### 4.2.1.4.- Distribution des espèces lépidoptériques dans le P.N.T.E.H.

L'analyse des résultats ci-après font apparaitre le canton **Pépinière** est le plus riche en peuplement lépidoptérique soit un total de 72 espèces observées quant aux cantons **El Guerouaou** et **Pré-Ben Chouhra**, leurs valeurs restent légèrement proches avec des richesses totales de l'ordre de 71 et 69 espèces respectivement (Tab.13).

#### 4.2.1.5. Richesse totale (S)

Au cours de l'inventaire diurne et nocturne nous avons observé 86 espèces dont 37 Rhopalocères et 49 hétérocères, Pour un total de 3139 données. Le nombre d'espèces varie d'un canton à un autre (Tab. 12), il fluctue entre un minimum de 45 espèces récoltées dans le canton Djouareb et Kaf-siga et un maximum de 72 espèces dans le canton Pépinière qui renferme 12,90 % de la richesse totale de la collection. La richesse taxonomique moyenne est peu variable d'un canton à un autre. Nous notons qu'à plus forte abondance correspond la richesse taxonomique la plus élevée. Le nombre d'espèces semble augmenter avec un accroissement des effectifs (Tab.13).

#### 4.2.1.6. Indice de structure

Parmi les indices écologiques de structure seuls les indices de diversité de Shannon ( $H'$  bits), diversité maximale ( $H'$ max.) et de l'équitabilité sont employés. Les résultats sont enregistrés dans le tableau.12

**Tableau 12. Richesse totale (S), richesse moyenne (Sm), diversité ( $H'$ ) et équitabilité (E) selon les 10 cantons et les 6 types d'habitats.**

Stations Paramètres	10 cantons de P.N.T.E.H	Types d'habitats de P.N.T.E.H
N	3139	1605
S	86	86
Sm	2,86	2,86
$H'$ (bits)	2,83	2,83
Hmax (bits)	6,43	6,43
E	0,44	0,44

S : richesse ;  $H'$  : indice de diversité exprimé par bits;  $H'$ max. : Indice de diversité maximale exprimé bits; E : Equitabilité.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont égales pour les cantons et pour les types d'habitats à 2,80bits. Les valeurs de l'équitabilité sont aussi égales avec 0,44 qui tend vers le 0 de ce fait les effectifs des espèces ont tendance à être en déséquilibre entre eux donc il y a une dominance de deux familles dans les stations d'étude. De ce fait, les *Erebidae* sont les mieux représentés avec 894 individus (28.48 % par rapport au nombre total des individus toutes espèces confondues). Suivis par les *Nymphalidae* avec 751 individus (23.92 %).

#### **4.2.1.7.- Etude indicielle des communautés lépidoptérique dans les dix cantons en fonction des espèces.**

Pour assurer une bonne description, nous avons retenu sept descripteurs permettant de comprendre la structure numérique des peuplements. En plus des deux descripteurs principaux, richesse taxonomique et effectifs d'espèces, la diversité est évaluée à travers trois indices tels que l'indice de Shannon  $H'$ (bits)  $H'$ max. (bits) et Equitabilité  $E$ . La régularité du peuplement est appréciée à partir de la fréquence d'occurrence (FO %) et l'indice d'Equitabilité. L'ensemble des résultats des calculs sont reportés dans le tableau 8.

##### **4.2.1.7.1.- Indice de Shannon $H'$ (bits) en fonction des espèces**

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon dans les dix cantons fluctuent entre 4.9 bits et 5.3 bits en fonction d'espèces. Ce qui exprime que la zone d'étude est diversifiée. Pour le canton Pépinière, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 5.56 bit. Pré-Ben Chouhra, El Guerouaou, Kaf Sachine et Rondpoint affichent des valeurs comparables respectives de 5.5, 5.49, 5.33, 5.3 bits. Ourten 5.14 bits, Djouareb 5.03 bits, Ferciouane 5.01 bits, Sidi Abdoune 4.97 bits. Alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans le canton Kaf-Siga avec 4.95 bit (Tab.13).

##### **4.2.1.7.2.- Indice de diversité $H'$ max. (bits) en fonction des espèces**

Les valeurs de la diversité maximale dépassent pour l'ensemble des cantons la valeur de 5bits. La diversité maximale la plus élevée est notée dans le canton Pépinière avec 6,17bits, suivie par celle observée dans le canton El Guerouaou avec 6,14bits. Le canton Pré-Ben Chouhra note 6.10bits. Kaf Sachine et Rond point affichent une valeur de 5.75 bits chacun. Ourten avec 5.64bits, Kaf-Siga et Ferciouane enregistrent notamment une valeur de 5.61 bits chacun, Alors que la valeur la plus faible est signalée dans les cantons Kai et Djouareb avec 5.49 bits chacun.

#### 4.2.1.7.3.- Indice d'équitabilité E

Nous avons enregistré des valeurs plus au moins semblables au niveau des différents cantons, elle est forte et varie entre 0.88 à 0.92. Kaf Sachine et Rond point révèlent une valeur légèrement élevée de 0.92 par rapport à ceux notée dans les dix cantons. L'équitabilité tend vers 1 donc les effectifs des différentes espèces de lépidoptère présentes ont tendance à être en équilibre entre eux (Tab.13).

#### 4.2.1.7.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées dans les dix cantons

Les valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces lépidofaune dans les dix cantons du P.N.T.E.H sont présentées dans le tableau 21. La richesse totale de canton Pépinière est égale à 72 espèces avec une richesse moyenne de 0.72. Suivie par le canton El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra d'une richesse totale 71 espèces, 69 espèces et moyenne de 0.71 et 0.69 respectivement. Les cantons Kaf Sachine et le Rondpoint notent une richesse totale égale à 54 espèces avec la même richesse moyenne qui égale à 0.54. Dans le canton Ourten la richesse totale est de 50 espèces avec une richesse moyenne égale à 0.50. Quant à la richesse de Sidi Abdoune et Ferciouane est de 49 espèces chacun avec une richesse moyenne de 0.49 espèces chacun. La richesse des deux cantons Djouareb et Kaf-siga est de 45 espèces chacun avec une richesse moyenne est de 0.45 sont les moins importante par rapport aux autres cantons (Tab.13).

#### 4.2.1.7.5.- Effectifs des espèces lépidoptériques capturées dans les dix cantons

La composition lépidoptérique analysée à partir d'un nombre d'espèces révèle également des proportions différentes. Le canton Pré-Ben Chouhra domine en nombre 625 individus, Elle est suivie par El Guerouaou 433 individus, puis le canton Pépinière avec 397 individus. Par contre les cantons Sidi Abdoune et Rond point affichent un effectif de 326 individus et 306 individus respectivement. Puis le canton Ferciouane présente un effectif plus faible avec 159 individus. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre des espèces. Sept espèces sont représentées par des singletons (1 seul individu) sont ; *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron leucomelaena* , *Hippotion celerio* , *Colotois pennaria* , *Selidosema picturata*.

**Tableau 13. Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les dix cantons en fonction des espèces.**

Espèce	Canton									
	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai
<b>N</b>	216	397	326	433	625	230	159	208	306	239
<b>S</b>	54	72	49	71	69	50	49	45	54	45
<b>Sm</b>	0,54	0,72	0,49	0,71	0,69	0,5	0,49	0,45	0,54	0,45
<b>FO %</b>	54	72	49	71	69	50	49	45	54	45
<b>H' (bits)</b>	5,33	5,56	4,97	5,49	5,5	5,14	5,01	5,03	5,3	4,95
<b>H'max</b>	5,75	6,17	5,61	6,14	6,10	5,64	5,61	5,49	5,75	5,49
<b>E</b>	0,92	0,90	0,88	0,89	0,90	0,91	0,89	0,91	0,92	0,90

N : Nombre des espèces ; S : richesse total ; Sm : richesse moyenne H' : indice de diversité ; H'max. : Indice de diversité maximale exprimé bits; E : Equitabilité ; FO% : Fréquence d'occurrence ou Constance.

#### **4.2.1.8.- Etude indicielle des communautés lépidoptériques dans les dix cantons en fonction des familles.**

Pour assurer une bonne description, nous avons retenu sept descripteurs permettant de comprendre la structure numérique des peuplements. En plus des deux descripteurs principaux, richesse taxonomique et effectifs d'espèces, la diversité est évaluée à travers trois indices tels que l'indice de Shannon H'(bits) ; Hmax (bits) et Equitabilité (E). La régularité du peuplement est appréciée à partir de la fréquence d'occurrence (FO %) et l'indice d'Equitabilité. L'ensemble des résultats des calculs sont reportés dans le tableau 14.

##### **4.2.1.8.1.- Indice de Shannon H' (bits)**

Durant l'année de travail allant de Mars 2015 jusqu'à Aout 2017, nous notons que la diversité de Shannon dépasse pour l'ensemble des dix cantons la valeur de 2. La diversité de Shannon la plus élevée est notée dans le canton Pépinière avec 3.1 bits, suivie par celle observée dans le canton El Guerouaou avec 2.88 bits. Le canton Kaf Sachine enregistre 2.86 bits, Quant à le canton Pré-Ben Chouhra, Ourten et Rond point, ils affichent des valeurs plus au moins modérée respectivement 2.84 ; 2.62 et 2.61 bits, puis le canton Djouareb, Ferciouane et Kaf-siga représentent les valeurs suivantes successivement 2.57, 2.54 et 2.51 bits. Alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans le canton Sidi Abdoune avec 2.35 bits. (Tab.14). Toutefois, les valeurs enregistrée traduit également une diversité relativement plus en moins faible des peuplements.

#### 4.2.1.8.2.- Indice de diversité H'max. (bits)

Les valeurs de l'indice de diversité maximale dans les dix cantons fluctuent entre 5.49 bits et 6.17 bits en fonction d'espèces. Pour le canton de Pépinière, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 6.17 bits, la diversité est bonne ce qui explique un équilibre entre les espèces. Suivies par le canton El Guerouaou 6.14 bits. Puis vient le canton Pré-Ben Chouhra avec 6.10 bits. Kaf Sachine note la même valeur de 5.75 bits avec Rondpoint, c'est le même cas pour Sidi Abdoune et Ferciouane avec une valeur de 5.61 bits. Le canton Ourten enregistre une diversité maximale égale à 5.64 bits (Tab.14). Alors que la valeur la plus faible est notée pour les deux cantons Kaf-siga et le Djouareb avec 5.49 bits.

#### 4.2.1.8.3.- Indice d'équitabilité E

En ce qui concerne l'équitabilité notée pour les différents cantons en fonction des familles Les valeurs de l'indice d'équitabilité (E) sont inférieures ou égal à 50 % ( $E \geq 0,5$ ) pour tous les cantons, ce qui montre un certain déséquilibre dans la répartition des effectifs des familles de lépidoptères. Les *Erebidae* et *Nymphalidae* sont les mieux représentés (Tab.14). A cet effet, Kaf Sachine et Pépinière s'avèrent être les plus équilibrés, où nous avons enregistré 0,5.

#### 4.2.1.8.4.- Richesse totale (S) et moyenne (Sm) des espèces capturées dans les dix cantons

Les valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces lépidofaune dans les dix cantons du P.N.T.E.H sont présentées dans le tableau.14. La richesse totale de Pépinière est égale à 16 familles avec une richesse moyenne de 0.53 familles. Suivie par El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra avec une même richesse totale égale à 15 et une richesse moyenne ;(0.50) respectivement. Quant aux cantons Sidi Abdoune, Ferciouane, Ourten et Rond point, ils affichent une richesse totale de 13 avec une richesse moyenne de 0.43. Tandis que le canton Kaf Sachine note 12 familles avec 0.4 de richesse moyenne. Les cantons Djouareb et Kaf-siga sont les moins importants par rapport aux autres habitats avec une richesse totale de 10 et une richesse moyenne de 0.33.

#### 4.2.1.8.5.- Effectifs des familles lépidoptériques capturées dans les dix cantons

La composition lépidoptérique analysée à partir d'un nombre de familles révèle également des proportions différentes. La Pépinière dominante en nombre (16 familles)

est suivie par les cantons El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra avec 15 familles pour chacun, puis Sidi Abdoune, Ourten, Ferciouane et Rond point qui affichent un nombre de 13 familles. Kaf Sachine note 12 familles, Djouareb et Kaf-siga présentent un nombre relativement plus faible de 10 familles (Tab.14). Deux familles sont représentées par des singletons (Oecophoridae, Cossidae) et une famille par des doubletons (Sesiidae). Il apparaît clairement que certaines familles sont nettement moins nombreuses et moins diversifiées et nécessitent un intérêt tout particulier dans le cadre de préservation et de conservation de ces milieux forestiers.

**Tableau 14. Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les dix cantons en fonction des familles.**

Famille	Cantons									
	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai
<b>N</b>	216	397	326	433	625	230	159	208	306	239
<b>S</b>	12	16	13	15	15	13	13	10	13	10
<b>sm/30</b>	0,4	0,53	0,43	0,50	0,5	0,43	0,43	0,33	0,43	0,33
<b>FO %</b>	40	53,33	43,33	50	50	43,33	43,33	33,33	43,33	33,33
<b>H' (bits)</b>	2,86	3,1	2,35	2,88	2,84	2,62	2,54	2,57	2,61	2,51
<b>H max</b>	5,75	6,17	5,61	6,14	6,10	5,64	5,61	5,49	5,75	5,49
<b>E</b>	0,50	0,50	0,42	0,47	0,47	0,46	0,45	0,47	0,45	0,46

N : Nombre des espèces ; S : richesse total ; Sm : richesse moyenne H' : indice de diversité ; H' max. : Indice de diversité maximale exprimé bits; E : Equitabilité ; FO% : Fréquence d'occurrence ou Constance.

#### **4.2.1.9.- Fréquence d'occurrence des espèces par familles de lépidoptère dans les différents cantons**

Pour l'étude de la fréquence d'occurrence des familles de lépidoptère recenser au niveau des dix cantons, l'indice de Sturge est utilisé. Il a permis d'avoir 5 classes de constance avec un intervalle de 8 % (Tab.15).

Les espèces collectées durant la période d'étude, indiquent différentes catégories de constance. A l'examen du tableau 15, Nous avons enregistré une dominance de la catégorie des espèces assez accidentelle, soit 33.33 % pour les 09 familles qui sont les Pterophoridae,

les Pieridae, les Lycaenidae, les Nymphalidae, les Pyralidae, les Sphingidae, les Notodontidae, les Erebidae et les Noctuidae. Vient par la suite la catégorie assez rare et très rare avec 4 familles chacune.

La catégorie assez rare est présentée par Zygaenidae (FO% = 16.67%), Hesperidae (FO% = 20.00%), Crambidae (FO% = 20,00 %), Geometridae (FO % = 23.33%). De son côté, la catégorie très rare avec un taux 3.33% affiche les familles suivantes : Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae.

Par ailleurs, la catégorie accidentelle n'affiche que la présence d'une seule famille, il s'agit de Papilionidae soit FO % = 30 %.

Quant à la famille Alucitidae a été signalé en tant que catégorie rare avec un taux de 10%. Dans les dix cantons du parc national de Theniet El Had, les 8 classes de constance sont distribuées de la manière suivante :

L'intervalle  $0 \% < \text{F.O.} \% \leq 8 \%$  correspond à la classe de constance des espèces très rares.

L'intervalle  $8 \% < \text{F.O.} \% \leq 16 \%$  renferme les espèces rares.

L'intervalle  $16 \% < \text{F.O.} \% \leq 24 \%$  regroupe les espèces assez rares.

L'intervalle  $24 \% < \text{F.O.} \% \leq 32 \%$  réunit les espèces accidentelles.

L'intervalle  $32 \% < \text{F.O.} \% \leq 40 \%$  correspond aux espèces assez accidentelles.

L'intervalle  $40 \% < \text{F.O.} \% \leq 48 \%$  regroupe les espèces accessoires.

L'intervalle  $48 \% < \text{F.O.} \% \leq 56 \%$  correspond aux espèces peu régulières

L'intervalle  $56 \% < \text{F.O.} \% \leq 64 \%$  correspond les espèces régulières

L'intervalle  $64 \% < \text{F.O.} \% \leq 72 \%$  contient les espèces très régulières

L'intervalle  $72 \% < \text{F.O.} \% \leq 80 \%$  représente les espèces peu constantes

L'intervalle  $80 \% < \text{F.O.} \% \leq 88 \%$  rassemble les espèces constantes

L'intervalle  $88 \% < \text{F.O.} \% \leq 96 \%$  correspond les espèces fortement constantes

L'intervalle  $96 \% < \text{F.O.} \% \leq 100 \%$  rassemble aux espèces omniprésente

**Tableau 15.** Fréquences d'occurrences globales (FO%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois des années 2015/2017 selon les cantons.

Famille	Nbre apparition des Familles	FO (%)	Catégories
Alucitidae	3	10	rare
Oecophoridae	1	3,33	très rare
Pterophoridae	10	33,33	assez accidentelle
Cossidae	1	3,33	très rare
Sesiidae	1	3,33	très rare
Heterogynidae	1	3,33	très rare
Zygaenidae	5	16,67	assez rare
Papilionidae	9	30,00	accidentelle
Hesperiidae	6	20,00	assez rare
Pieridae	10	33,33	assez accidentelle
Lycaenidae	10	33,33	assez accidentelle
Nymphalidae	10	33,33	assez accidentelle
Pyralidae	10	33,33	assez accidentelle
Crambidae	6	20,00	assez rare
Sphingidae	10	33,33	assez accidentelle
Geometridae	7	23,33	assez rare
Notodontidae	10	33,33	assez accidentelle
Erebidae	10	33,33	assez accidentelle
Noctuidae	10	33,33	assez accidentelle

#### 4.2.1.10.- Similarité entre les cantons

Pour comparer le degré de similarité entre les deux stations du point de vue peuplement lépidoptérique, nous avons fait appel à l'indice de Sorenson (S) (**Magurran, 1988**). Selon la définition, est une mesure très simple de la biodiversité, variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à la valeur 1 lorsque les mêmes espèces existent dans les deux communautés.

La similarité calculée pour les lépidoptères (Rhopalocères et Hétérocères) dans les dix cantons durant les trente mois d'étude, indique que cet indice est de 0,85 pour le couple Kaf Sachine / Pépinière ; El Guerouaou / Ourten ; Pré-Ben ; Chouhra / Ourten ; Sidi Abdoune / El Guerouaou; Sidi Abdoune / Pré-Ben Chouhra, le couple Kaf Sachine / Sidi Abdoune, enregistre la plus forte valeur avec 0.96, de 0.89 pour le couple Pépinière / Sidi Abdoune; Pépinière / Ferciouane ; Pépinière / Rond point, de 0.90 pour le couple Pépinière / El Guerouaou ; Pépinière / Pré-Ben Chouhra ; Kaf Sachine / Djouareb, de 0.81 pour le couple

Kaf Sachine / El Guerouaou ; Kaf Sachine / Pré-Ben Chouhra, de 0.81 pour le couple Sidi Abdoune / Ourten ; Sidi Abdoune / Ferciouane ; Sidi Abdoune / Rond point, de 0.80 pour le couple Kaf Sachine / Ourten ; Kaf Sachine / Ferciouane ; El Guerouaou / Djouareb ; El Guerouaou / Kaf-Siga; Pré-Ben Chouhra / Djouareb; Pré-Ben Chouhra / Kaf-Siga, de 0.92 pour le couple El Guerouaou / Ferciouane ; El Guerouaou / Rond point ; Pré-Ben Chouhra / Ferciouane ; Pré-Ben Chouhra / Rond point ; Ferciouane / Rond point, de 0.86 pour le couple Sidi Abdoune / Djouareb ; Sidi Abdoune / Kaf-Siga ; Ourten / Djouareb ; Ourten / Kaf-siga; Djouareb / Rond point ; Rond point / Kaf-Siga, de 0.78 pour le couple Ferciouane / Djouareb; Ferciouane / Kaf-Siga, de 0.76 pour le couple Pépinière / Djouareb ; Pépinière / Kaf-Siga, de 0.88 pour le couple Kaf Sachine / Rond point, La valeur la plus basse de cet indice est notée pour le couple Kaf Sachine / Kaf-Siga avec 0.45, de 1 pour le couple Djouareb / Kaf-Siga ce qui explique, que les deux peuplements situationnels sont qualitativement semblables (Tab.16).

**Tableau 16.** Valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqué aux Rhopalocère et Hétérocère dans le parc national de Theniet El Had selon les dix cantons durant les trente mois d'échantillonnage.

	<b>Kaa</b>	<b>Pep</b>	<b>Sia</b>	<b>Elg</b>	<b>Pre</b>	<b>Our</b>	<b>Fer</b>	<b>Djo</b>	<b>Ron</b>	<b>Kai</b>
<b>Kaa</b>	100									
<b>Pep</b>	85,71	100								
<b>Sia</b>	96	89,65	100							
<b>Elg</b>	81,48	90,32	85,71	100						
<b>Pre</b>	81,48	90,32	85,71	93,33	100					
<b>Our</b>	80	82,75	84,61	85,71	85,71	100				
<b>Fer</b>	80	89,65	84,61	92,85	92,85	84,61	100			
<b>Djo</b>	90,90	76,92	86,95	80	80	86,95	78,26	100		
<b>Ron</b>	88	89,65	84,61	92,85	92,85	84,61	92,30	86,95	100	
<b>Kai</b>	45,45	76,92	86,95	80	80	86,95	78,26	100	86,95	100

#### 4.2.1.11.- Barycentre écologique et amplitude d'habitat des lépidoptères (Rhopalocères et Hétérocères) au niveau des dix cantons

Ces résultats se rapportent aux espèces de lépidoptères (Rhopalocères et Hétérocères) collectées durant les trente mois consécutives (mars 2015/août 2017), soit respectivement un effectif de 3139 individus, et 86 espèces de lépidoptères entre Rhopalocères (37) et Hétérocères (49) réparties sur 19 familles.

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 dix cantons (Tab.17). Ce paramètre varie de 1 à n (pour n milieux étudiés). AH vaut 1 quand l'espèce n'est présente que dans un milieu et n quand l'espèce est répandue de manière égale dans les (n) milieux.

**Tableau 17.** Classification des espèces de lépidoptères au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitats AH pour le descripteur « différents cantons » durant la période allant de mars 2015 à août 2017.

Espece	canton										n	g	AH
	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai			
<i>Alucita hexadactyla</i>	03	04	03	00	00	00	00	00	00	00	10	2	0,97
<i>Esperia sulphurella</i>	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	01	1	1,00
<i>Crombrugghia laetus</i>	02	03	03	04	06	01	01	02	03	02	27	5,14	0,94
<i>Emmelina monodactyla</i>	02	01	01	02	03	00	01	00	00	01	11	4,27	0,97
<i>Cossus cossus</i>	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	01	6	1,00
<i>Chamaesphexia pechi</i>	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	01	4	1,00
<i>Pyropteron leucomelaena</i>	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	01	4	1,00
<i>Heterogynis penella</i>	00	00	00	00	03	00	00	00	00	00	03	5	0,99
<i>Adscita mauretana</i>	00	00	00	01	03	00	00	00	01	00	05	5,6	0,99
<i>Zygaena favonia</i>	00	02	00	00	05	00	01	00	00	00	08	4,5	0,98
<i>Zygaena loyselis</i>	00	01	00	01	02	00	00	00	00	00	04	4	0,99
<i>Zygaena zuleima</i>	00	02	00	01	02	00	00	00	01	00	06	4,5	0,98
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	01	02	00	00	02	00	00	00	01	01	07	4,85	0,98
<i>Zerynthia rumina</i>	01	03	02	04	06	01	00	01	02	01	21	4,80	0,95
<i>Carcharodus tripolinus</i>	00	01	00	00	02	00	00	00	00	00	03	3,66	0,99
<i>Muschampia proto</i>	00	01	00	02	01	00	01	00	01	00	06	5,16	0,98
<i>Spialia sertorius</i>	00	00	00	02	03	01	00	00	01	00	07	5,42	0,98
<i>Anthocharis belia</i>	02	03	00	05	06	02	01	05	06	03	33	6,09	0,93
<i>Aporia crataegi</i>	01	03	01	05	04	02	01	00	03	01	21	5,04	0,95
<i>Colias croceus</i>	01	03	01	04	06	03	01	02	04	02	27	5,37	0,94
<i>Euchloe crameri</i>	00	01	00	00	02	00	00	01	01	00	05	5,8	0,99
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	01	01	00	02	05	01	01	02	03	04	20	6,15	0,95
<i>Pieris brassicae</i>	00	00	00	03	10	04	00	01	05	05	28	6,39	0,94
<i>Pieris rapae</i>	09	16	07	15	22	08	08	10	17	17	129	5,72	0,83
<i>Pontia daplidice</i>	01	01	03	06	10	04	01	03	06	03	38	5,76	0,93
<i>Pontia glauconome</i>	00	01	00	00	02	00	00	01	01	00	05	5,8	0,99

<i>Callophrys avis</i>	04	05	06	03	04	08	06	04	04	06	50	5,64	0,91
<i>Favonius quercus</i>	14	33	17	21	25	20	24	16	15	21	206	5,34	0,77
<i>Lycaena phlaeas</i>	12	14	07	17	29	11	13	13	17	16	149	5,69	0,81
<i>Plebejus agestis</i>	01	01	03	04	04	03	01	03	02	02	24	5,62	0,95
<i>Polymmatius amandus</i>	03	05	04	04	07	03	08	05	06	02	47	5,61	0,91
<i>Polymmatius escheri</i>	04	01	05	06	04	06	03	04	05	04	42	5,92	0,92
<i>Polyommatus icarus</i>	00	01	00	01	03	00	00	01	01	00	07	5,42	0,98
<i>Satyrium esculi</i>	00	01	00	01	04	04	05	04	03	06	28	7,28	0,94
<i>Argynnis pandora</i>	03	07	01	09	12	03	02	08	08	04	57	5,68	0,90
<i>Coenonympha pamphilus</i>	04	09	00	03	06	02	00	00	03	00	27	3,81	0,94
<i>Hipparchia algerica</i>	09	17	11	17	34	05	04	05	11	10	123	4,96	0,83
<i>Hipparchia ellena</i>	05	07	06	09	19	01	04	09	16	04	80	5,72	0,87
<i>Hyponephele lupina</i>	03	03	04	02	07	03	03	05	08	04	42	6,07	0,92
<i>Lasiommata megera</i>	02	06	02	07	09	02	01	01	04	01	35	4,74	0,93
<i>Maniola jurtina</i>	03	07	05	08	16	04	05	07	11	09	75	5,97	0,88
<i>Melanargia lucasi</i>	00	03	01	08	11	02	01	01	07	02	36	5,72	0,93
<i>Neohipparchia fatua</i>	05	00	08	02	00	04	03	04	02	01	29	4,89	0,94
<i>Neohipparchia statilinus</i>	02	00	03	00	00	00	00	00	00	01	06	3,5	0,98
<i>Nymphalis polychloros</i>	06	14	07	16	21	11	03	04	07	03	92	4,73	0,86
<i>Pararge aegeria</i>	01	02	00	04	07	00	00	00	03	00	17	4,88	0,96
<i>Pyronia cecilia</i>	01	02	03	02	01	02	02	03	03	01	20	5,7	0,95
<i>Vanessa atalanta</i>	02	06	02	07	09	02	00	01	07	05	41	5,26	0,92
<i>Vanessa cardui</i>	05	12	03	15	14	03	05	04	07	03	71	4,87	0,88
<i>Aglossa pinguinalis</i>	01	03	00	00	00	00	01	00	00	00	05	2,8	0,99
<i>Plodia interpunctella</i>	05	12	06	02	02	00	02	01	00	01	31	3,12	0,94
<i>Pyralis farinalis</i>	03	08	02	02	04	05	03	04	01	02	34	4,85	0,93
<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	01	03	00	02	03	00	02	00	00	00	11	4	0,97
<i>Synaphe interjunctalis</i>	01	08	00	05	07	00	01	00	00	03	25	4,36	0,95
<i>Metasia supbandalis</i>	00	02	03	02	02	02	01	00	00	00	12	4,16	0,97
<i>Hippotion celerio</i>	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	1	1,00
<i>Macroglossum stellatarum</i>	03	14	03	09	08	01	01	01	08	02	50	4,58	0,91
<i>Adactylotis gesticularia</i>	00	00	00	01	03	00	00	00	01	00	05	5,6	0,99
<i>Colotois pennaria</i>	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	01	2	1,00
<i>Erannis defoliaria</i>	00	02	00	01	03	00	00	00	01	00	07	4,57	0,98
<i>Idaea cervantaria</i>	02	03	01	03	00	00	01	00	00	00	10	3	0,97
<i>Idaea ochrata</i>	00	02	01	00	00	00	01	00	00	00	04	3,5	0,99
<i>Selidosema picturata</i>	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	01	5	1,00
<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	10	11	11	13	14	11	00	14	06	07	97	5,04	0,86
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	12	11	10	24	21	11	02	15	11	10	127	5,22	0,83
<i>Apopestes spectrum</i>	01	02	00	01	00	00	00	00	00	00	04	2,25	0,99
<i>Catocala conjuncta</i>	07	10	24	13	26	09	04	06	07	05	111	4,72	0,84
<i>Catocala conversa</i>	08	15	19	27	33	09	02	05	08	08	134	4,68	0,82
<i>Catocala delilah</i>	06	08	06	09	09	08	02	04	07	09	68	5,41	0,89
<i>Catocala dilecta</i>	04	11	17	19	23	09	04	03	11	05	106	4,93	0,85
<i>Catocala hilaris</i>	09	13	13	17	20	10	02	02	11	09	106	4,91	0,85
<i>Catocala nymphaea</i>	07	09	22	13	34	11	02	12	15	18	143	5,62	0,82
<i>Catocala nymphagoga</i>	07	11	18	18	32	09	04	04	09	14	126	5,15	0,83
<i>Cymbalophora pudica</i>	03	04	03	02	03	00	02	00	00	00	17	3,35	0,96
<i>Eublemma ostrina</i>	00	01	01	01	00	00	02	00	00	00	05	4,6	0,99

<i>Eublemma parva</i>	00	01	02	02	03	01	00	04	00	00	13	5,30	0,97
<i>Lymantria dispar</i>	00	00	34	02	03	00	06	00	00	00	45	3,71	0,92
<i>Notarctia proxima</i>	04	06	04	01	00	01	00	00	00	00	16	2,37	0,96
<i>Acontia lucida</i>	00	02	00	02	02	00	00	00	00	00	06	3,66	0,98
<i>Agrotis puta</i>	01	01	00	02	00	00	00	00	00	00	04	2,75	0,99
<i>Autographa gamma</i>	00	01	00	01	03	01	00	00	01	00	07	5,14	0,98
<i>Bryophila domestica</i>	00	01	00	01	00	01	00	00	00	00	03	4	0,99
<i>Dichonia aprilina</i>	00	00	00	03	02	00	00	00	00	00	05	4,4	0,99
<i>Episema scillae</i>	03	08	06	07	06	01	04	02	02	01	40	4,32	0,92
<i>Euxoa rugifrons</i>	04	05	01	02	04	02	00	01	00	00	19	3,42	0,96
<i>Pseudopanolis puengeleri</i>	00	02	00	01	03	01	00	00	01	00	08	4,75	0,98

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 ; 6,5 ; 7,5. Ces classes sont données dans le tableau 15 suivant :

Pour le calcul de g et de AH, nous n'avons pas tenu compte des espèces dont nous avons capturé moins de dix individus dans l'ensemble des dix cantons considérés. Pour ces espèces "rares", la distribution des individus entre les différents cantons peut en effet être fortement influencée par le hasard. Nous avons choisi une valeur-limite (10) égale au nombre de cantons mais assez basse pour ne pas éliminer toutes les espèces indicatrices qui souvent sont rares.

Au moyen des valeurs de g et de AH, nous avons effectué un classement des espèces. Celles-ci ont été ordonnées selon les valeurs croissantes du barycentre et pour une même valeur de celui-ci, selon les valeurs croissantes de l'amplitude d'habitat. Ce classement apparaît au tableau 18.

De manière à permettre d'apprécier la validité des valeurs des paramètres g et AH, l'effectif d'individus (n) sur lequel ceux-ci ont été calculés, est indiqué pour chaque espèce. En effet, plus n est grand, plus les valeurs de g et de AH sont précises pour la succession étudiée.

Afin de répartir les espèces selon leur affinité plus marquée pour un stade de la succession considérée, nous avons délimité des classes au moyen des valeurs suivantes de g: 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 4,5 ; 5,5 ; 6,5 ; 7,5. La plus ou moins grande inféodation des espèces à un biotope peut, elle, être visualisée par la valeur de l'amplitude d'habitat.

**Tableau 18.** 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 de mars 2015 à août 2017.

Espèces préférant le Kaa et Pep													entre 1 et < 1,5	
Espèces	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai	n	g	AH	
<i>Esperia sulphurella</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
<i>Hippotion celerio</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Espèces préférant le Pep													entre 1,5 et < 2,5	
Espèces	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai	n	g	AH	
<i>Alucita hexadactyla</i>	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,97	
<i>Colotois pennaria</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	
<i>Apopestes spectrum</i>	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2,25	0,99	
<i>Notarctia proxima</i>	4	6	4	1	0	1	0	0	0	0	16	2,37	0,96	
Espèces préférant le Kaa et Pep													entre 2,5 et < 3,5	
Espèces	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai	n	g	AH	
<i>Aglossa pinguinalis</i>	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	5	2,8	0,99	
<i>Plodia interpunctella</i>	5	12	6	2	2	0	2	1	0	1	31	3,12	0,94	
<i>Idaea cervantaria</i>	2	3	1	3	0	0	1	0	0	0	10	3	0,97	
<i>Cymbalophora pudica</i>	3	4	3	2	3	0	2	0	0	0	17	3,35	0,96	
<i>Agrotis puta</i>	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	4	2,75	0,99	
<i>Euxoa rugifrons</i>	4	5	1	2	4	2	0	1	0	0	19	3,42	0,96	
Espèces préférant le Elg et Pre													entre 3,5 et < 4,5	
Espèces	Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai	n	g	AH	
<i>Emmelina monodactyla</i>	2	1	1	2	3	0	1	0	0	1	11	4,27	0,97	
<i>Chamaesphecia pechi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	
<i>Pyropteron leucomelaena</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	

<i>Zygaena loyselii</i>	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	4	4	0,99
<i>Carcharodus tripolinus</i>	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	3,66	0,99
<i>Coenonympha pamphilus</i>	4	9	0	3	6	2	0	0	3	0	27	3,81	0,94
<i>Neohipparchia statilinus</i>	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6	3,5	0,98
<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	1	3	0	2	3	0	2	0	0	0	11	4	0,97
<i>Synaphe interjunctalis</i>	1	8	0	5	7	0	1	0	0	3	25	4,36	0,95
<i>Metasia suppandalis</i>	0	2	3	2	2	2	1	0	0	0	12	4,16	0,97
<i>Idaea ochrata</i>	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	4	3,5	0,99
<i>Lymantria dispar</i>	0	0	34	2	3	0	6	0	0	0	45	3,71	0,92
<i>Acontia lucida</i>	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	6	3,66	0,98
<i>Bryophila domestica</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	4	0,99
<i>Dichonia aprilina</i>	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	5	4,4	0,99
<i>Episema scillae</i>	3	8	6	7	6	1	4	2	2	1	40	4,32	0,92
<b>Espèces préférant le Elg et Pre</b>						<b>entre 4,5 et &lt; 5,5</b>							
<b>Espèces</b>	<b>Kaa</b>	<b>Pep</b>	<b>Sia</b>	<b>Elg</b>	<b>Pre</b>	<b>Our</b>	<b>Fer</b>	<b>Djo</b>	<b>Ron</b>	<b>Kai</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Crombrugghia laetus</i>	2	3	3	4	6	1	1	2	3	2	27	5,14	0,94
<i>Heterogynis penella</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	5	0,99
<i>Zygaena favonia</i>	0	2	0	0	5	0	1	0	0	0	8	4,5	0,98
<i>Zygaena zuleima</i>	0	2	0	1	2	0	0	0	1	0	6	4,5	0,98
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	1	2	0	0	2	0	0	0	1	1	7	4,85	0,98
<i>Zerynthia rumina</i>	1	3	2	4	6	1	0	1	2	1	21	4,8	0,95
<i>Muschampia proto</i>	0	1	0	2	1	0	1	0	1	0	6	5,16	0,98
<i>Spialia sertorius</i>	0	0	0	2	3	1	0	0	1	0	7	5,42	0,98
<i>Aporia crataegi</i>	1	3	1	5	4	2	1	0	3	1	21	5,04	0,95
<i>Colias croceus</i>	1	3	1	4	6	3	1	2	4	2	27	5,37	0,94
<i>Favonius quercus</i>	14	33	17	21	25	20	24	16	15	21	206	5,34	0,77
<i>Polyommatus icarus</i>	0	1	0	1	3	0	0	1	1	0	7	5,42	0,98

<i>Hipparchia algerica</i>	9	17	11	17	34	5	4	5	11	10	123	4,96	0,83
<i>Lasiommata megera</i>	2	6	2	7	9	2	1	1	4	1	35	4,74	0,93
<i>Neohipparchia fatua</i>	5	0	8	2	0	4	3	4	2	1	29	4,89	0,94
<i>Nymphalis polychloros</i>	6	14	7	16	21	11	3	4	7	3	92	4,73	0,86
<i>Pararge aegeria</i>	1	2	0	4	7	0	0	0	3	0	17	4,88	0,96
<i>Vanessa atalanta</i>	2	6	2	7	9	2	0	1	7	5	41	5,26	0,92
<i>Vanessa cardui</i>	5	12	3	15	14	3	5	4	7	3	71	4,87	0,88
<i>Pyralis farinalis</i>	3	8	2	2	4	5	3	4	1	2	34	4,85	0,93
<i>Macroglossum stellatarum</i>	3	14	3	9	8	1	1	1	8	2	50	4,58	0,91
<i>Erannis defoliaria</i>	0	2	0	1	3	0	0	0	1	0	7	4,57	0,98
<i>Selidosema picturata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5	1
<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	10	11	11	13	14	11	0	14	6	7	97	5,04	0,86
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	12	11	10	24	21	11	2	15	11	10	127	5,22	0,83
<i>Catocala conjuncta</i>	7	10	24	13	26	9	4	6	7	5	111	4,72	0,84
<i>Catocala conversa</i>	8	15	19	27	33	9	2	5	8	8	134	4,68	0,82
<i>Catocala delilah</i>	6	8	6	9	9	8	2	4	7	9	68	5,41	0,89
<i>Catocala dilecta</i>	4	11	17	19	23	9	4	3	11	5	106	4,93	0,85
<i>Catocala hilaris</i>	9	13	13	17	20	10	2	2	11	9	106	4,91	0,85
<i>Catocala nymphagoga</i>	7	11	18	18	32	9	4	4	9	14	126	5,15	0,83
<i>Eublemma ostrina</i>	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0	5	4,6	0,99
<i>Eublemma parva</i>	0	1	2	2	3	1	0	4	0	0	13	5,3	0,97
<i>Autographa gamma</i>	0	1	0	1	3	1	0	0	1	0	7	5,14	0,98
<i>Pseudopanolis puengeleri</i>	0	2	0	1	3	1	0	0	1	0	8	4,75	0,98
<b>Espèces préférant le Elg et Pre</b>						<b>entre 5,5 et &lt; 6,5</b>							
<b>Espèces</b>	<b>Kaa</b>	<b>Pep</b>	<b>Sia</b>	<b>Elg</b>	<b>Pre</b>	<b>Our</b>	<b>Fer</b>	<b>Djo</b>	<b>Ron</b>	<b>Kai</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Cossus cossus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6	1

<i>Adscita mauretana</i>	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	5	5,6	0,99
<i>Anthocharis belia</i>	2	3	0	5	6	2	1	5	6	3	33	6,09	0,93
<i>Euchloe crameri</i>	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0	5	5,8	0,99
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	1	1	0	2	5	1	1	2	3	4	20	6,15	0,95
<i>Pieris brassicae</i>	0	0	0	3	10	4	0	1	5	5	28	6,39	0,94
<i>Pieris rapae</i>	9	16	7	15	22	8	8	10	17	17	129	5,72	0,83
<i>Pontia daplidice</i>	1	1	3	6	10	4	1	3	6	3	38	5,76	0,93
<i>Pontia glauconome</i>	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0	5	5,8	0,99
<i>Callophrys avis</i>	4	5	6	3	4	8	6	4	4	6	50	5,64	0,91
<i>Lycaena phlaeas</i>	12	14	7	17	29	11	13	13	17	16	149	5,69	0,81
<i>Plebejus agestis</i>	1	1	3	4	4	3	1	3	2	2	24	5,62	0,95
<i>Polymmatus amandus</i>	3	5	4	4	7	3	8	5	6	2	47	5,61	0,91
<i>Polymmatus escheri</i>	4	1	5	6	4	6	3	4	5	4	42	5,92	0,92
<i>Argynnis pandora</i>	3	7	1	9	12	3	2	8	8	4	57	5,68	0,9
<i>Hipparchia ellena</i>	5	7	6	9	19	1	4	9	16	4	80	5,72	0,87
<i>Hyponephele lupina</i>	3	3	4	2	7	3	3	5	8	4	42	6,07	0,92
<i>Maniola jurtina</i>	3	7	5	8	16	4	5	7	11	9	75	5,97	0,88
<i>Melanargia lucasi</i>	0	3	1	8	11	2	1	1	7	2	36	5,72	0,93
<i>Pyronia cecilia</i>	1	2	3	2	1	2	2	3	3	1	20	5,7	0,95
<i>Adactylotis gesticularia</i>	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	5	5,6	0,99
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	12	11	10	24	21	11	2	15	11	10	127	5,22	0,83
<i>Catocala nymphaea</i>	7	9	22	13	34	11	2	12	15	18	143	5,62	0,82
	<b>Espèces préférant le Kai</b>					<b>entre 6,5 et &lt; 7,5</b>							
<b>Espèces</b>	<b>Kaa</b>	<b>Pep</b>	<b>Sia</b>	<b>Elg</b>	<b>Pre</b>	<b>Our</b>	<b>Fer</b>	<b>Djo</b>	<b>Ron</b>	<b>Kai</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Satyrrium esculi</i>	0	1	0	1	4	4	5	4	3	6	28	7,28	0,94

A l'examen du tableau, nous constatons que chaque canton possède des espèces préférentielles. Cependant, sur les 86 espèces prises en considération, presque la moitié caractérise le canton Pépinière, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra. De plus, ces trois cantons et Kaf Sachine attirent les trois quart des espèces. La prise en compte de toutes les espèces (86) confirme ces constatations. A titre indicatif, remarquons que les nombres d'espèces exclusives c'est à dire n'ayant été capturées que dans un canton indiquent une tendance légèrement différente puisqu'ils ont pour valeur (pour les 86 espèces): 2, 4, 6,16, 35, 23,1. Respectivement pour les 10 cantons de la succession. Le barycentre moyen pour les 86 espèces les plus abondantes est de 4,66.

Le tableau 18, nous apprend aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les 10 cantons de manière égale (AH = 10). 30 espèces d'ailleurs (sur les 86) sont ubiquistes. Il se produit donc un renouvellement pratiquement complet du peuplement entre le premier et le dernier canton. L'amplitude d'habitat moyenne pour les 86 espèces les plus abondantes est seulement de 0,94. Les valeurs de AH les plus élevées concernent les espèces suivantes:

*Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron leucomelaena*, *Hippotion celerio*, *Colotois pennaria*, *Selidosema picturata*, Seules ces sept espèces ont une amplitude d'habitat égal 1.

Généralement, nous notons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent les cantons de Kaf-siga, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra. Dans les autres cantons (Pépinière et Kaf Sachine), l'amplitude d'habitat est faible en moyenne. Ces deux cantons renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que les cantons de Kaf-siga, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra renferment, eux, des espèces plus ou moins « généralistes ». Le barycentre g10 précise la place des espèces le long du gradient végétal. L'amplitude d'habitat AH10 mesure la largeur de leur habitas écologique pour le facteur toit de la formation. Tenant compte du tableau 18, les valeurs moyennes de AH sont d'ailleurs les suivantes, pour les dix cantons:

L'indice g10 permet de distinguer 7 catégories (groupes) d'espèces :

- Les espèces à g10 (1 à 1.5) : ce groupe renferme 2 espèces dites « spécialiste stricte » (2.30 % du nombre total d'espèces). *Esperia sulphurella* préfère le canton Pépinière et *Hippotion celerio* préfère Kaf Sachine avec une faible valeur de AH moyenne de 1 traduit un degré élevé de spécialisation.

- Les espèces à g10 (1.5 à 2.5) : ce groupe qui réunit 4 espèces dites « spécialiste » (4.60 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant le Pèpinière avec une faible valeur de AH moyenne de 0,98 traduit un degré élevé de spécialisation.
- Les espèces à g10 (2.5 à 3.5) : ce groupe constitué par 6 espèces dites « spécialiste » (6.70 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant le Kaf Sachine et Pèpinière avec une faible valeur de AH moyenne de 0,96 traduit un degré élevé de spécialisation.
- Les espèces à g10 (3.5 à 4.5) : ce groupe composé par 16 espèces dites « généraliste » (18.39 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant le canton El Guerouaou et Pèpinière avec un AH moyenne de 0,97
- Les espèces à g10 (4.5 à 5.5) : ce groupe réunit 35 espèces dites « généraliste » (40.23 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant canton El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra avec un AH moyenne de 0,92
- Les espèces à g10 (5.5 à 6.5) : ce groupe constitué par 23 espèces dites « généraliste » (26.44 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant canton El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra avec un AH moyenne de 0,91
- Les espèces à g10 (6.5 à 7.5) ; (1.15 % du nombre total d'espèces) : ce groupe composé seulement par une seule espèce *Satyrium esculi* ce qui veut dire que cette espèce trouve son optimum de développement dans le canton Kaf-siga avec un AH moyenne de 0,94, donc l'espèce est spécialiste stricte

#### **4.2.1.12.- Exploitation des espèces de lépidoptère par famille dans les dix cantons du parc national de Theniet el had durant 30 mois d'étude par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.).**

Les familles capturées dans les 68 stations à travers les dix cantons durant 30 mois d'étude sont présentées sous la forme d'une liste placée en annexe (1) et (Tab.8). Cette analyse a pour but de mettre en évidence la répartition des espèces par famille capturées en fonction des différents cantons.

##### **4.2.1.12.1.- Contribution des axes 1 et 2**

La contribution des familles capturées dans les dix cantons à l'inertie totale est égale à 29,69 % pour l'axe 1 et 25.33 % pour l'axe 2. La somme de ces deux taux est égale à 55,03 %. La totalité de l'information est renfermée dans le plan des axes 1 et 2.

#### **4.2.1.12.2.- La participation des cantons pour la formation des axes 1 et 2 est la suivante**

**Axe 1** : La famille Lycaenidae (011) avec 31,34 % et la famille Erebidae (018) avec 22,98 % interviennent le plus dans la construction de l'axe 1.

**Axe 2** : De même, ce sont La famille Erebidae (18) avec 36,28 % et la famille Pyralidae (13) avec 19,82 % qui participent le plus dans l'élaboration de l'axe 2.

#### **4.2.1.12.3.- La participation des familles capturées à la formation des axes 1 et 2 est la suivante**

**Axe 1** : Les familles qui interviennent le plus dans la formation de l'axe 1 ont un taux égal à 29,69 %. Ce sont Lycaenidae (011) Elle est suivie par celle qui participent avec 22,98 % Erebidae. (018), Pieridae (010) avec 14,86 %, Alucitidae (001) avec 7,26 %, Noctuidae (019) avec 5,74 %, Pyralidae (013) avec 4,70 %, Geometridae (016) avec 3,34 %, Sphingidae (015) avec 2,09 %, Crambidae (014) avec 1,56 %, Zygaenidae (007), avec 1,51 %, Notodontidae (017) avec 1,04 %. Les autres familles participent avec des taux plus faibles.

**Axe 2** : Les familles qui contribuent le plus dans l'élaboration de l'axe 2 ont un pourcentage égal 55,03%. Ce sont Erebidae (018) participent avec un taux élevé 36,28 %, Pyralidae (013) avec 19,82 %, Sphingidae (015) avec 8,76 %, Geometridae (016) avec 6,88 %, Noctuidae (019) avec 6,41 %, Zygaenidae (007), avec 6,35 %, Nymphalidae (012) avec 5,13 %, Oecophoridae (002) avec 2,93 %, Notodontidae (017) avec 2,50 %, et Hesperidae (009) avec 1,54 %. Les autres familles interviennent avec des taux plus faibles entre 0,90 et 0,01%.

#### **4.2.1.12.4.- Répartition des habitats suivant les quadrants**

Le canton Ferciouane (Fer) Rond point (Ron) se situent dans le quadrant I, Le canton Pépinière (Pep) et Kaf Sachine (Kaa) dans le quadrant II, Le canton Pré-Ben Chouhra (Pre), El Guerouaou (Elg) et Sidi Abdoune (Sia) sont dans le quadrant III, Djouareb (Djo), Kaf-siga (Kai) et Ourten (Our) sont dans le quadrant V. ainsi que tous les cantons dans des quadrants différents ce qui implique que les familles trouvées au cours des cantons diffèrent Fig .

Pour ce qui concerne de la répartition des familles en fonction des quadrants, il est à noter la présence de 11 groupements soit A, B, C, D, E, F, G, H, I, J et K.

Le groupement **A** rassemble la famille Alucitidae (001) qui n'apparaît que dans les trois cantons du parc Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep) et Sidi Abdoune (Sia). Le groupement **B** ne renferme que la famille Oecophoridae (002) est signalée dans le canton Pépinière (Pep). Le groupement **C** concerne les familles Alucitidae (001), Papilionidae (008), Crambidae (014), Geometridae (016), apparaissent dans les huit cantons Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre), Ourten (Our), Djouareb (Djo), Rond point (Ron). Le nuage de points **D** est constitué par la famille Sesiidae (005) qui n'est signalée que dans le canton El Guerouaou (Elg). Le groupement **E** est présenté par la famille Heterogynidae (001) qui est notées uniquement dans le canton Pré-Ben Chouhra (Pre). Le groupement **F** concerne la famille Cossidae (016) spécifique de canton Ourten (Our). Le groupement **G** renferme les familles Zygaenidae (007), Hesperidae (009), Crambidae (014) et Geometridae (016), qui ne sont piégées qu'au niveau de six cantons Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), Sidi Abdoune (Sia), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre) et Rond point (Ron). Le groupement **H** est composé par la famille Papilionidae (008) qui est capturé dans tous les cantons sauf le canton Ferciouane (Fer). Le groupement **I** est présenté par Zygaenidae (007), Papilionidae (008) et Hesperidae (009) au niveau des huit cantons. Le groupement **J** est composé que par la famille Papilionidae (008) qui se trouve dans les cantons suivant : Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), Sidi Abdoune (Sia), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre), Ourten (Our), Djouareb (Djo), Rond point (Ron). Enfin le groupement **K** renferme les familles qui présentent à la fois dans les dix cantons. Se sont des familles omniprésentes. Il s'agit Pterophoridae (007), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012), Pyralidae (013), Sphingidae (015), Notodontidae (017), Erebidae (018), Noctuidae (019)

Graphique symétrique (axes F1 et F2 : 55.04 %)

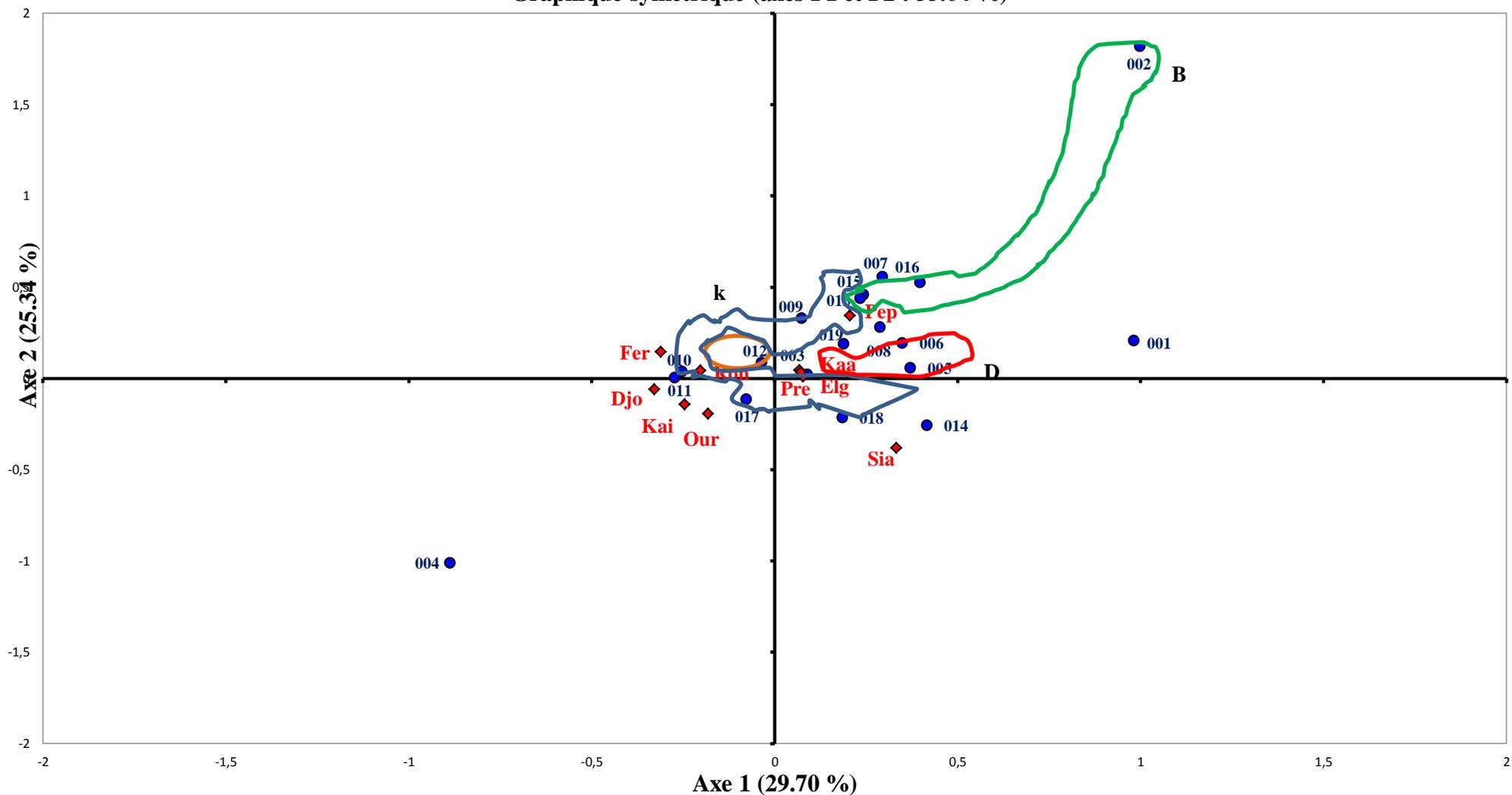


Figure 53. Répartition des familles inventorées par cantons, tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance (AFC).

#### 4.2.1.13.- Discussion de lépidofaune dans les dix cantons du parc national de Theniet el had durant 30 mois

A cette phase de l'étude, le travail consiste à synthétiser les idées et à discuter les résultats obtenus au regard de ceux de la littérature. Cette discussion concerne les différentes parties étudiées.

##### 4.2.1.13.1.- Composition et diversité de la lépidofaune du P.N.T.E.H.

Les soixante huit stations choisis pour être échantillonnés ont été réunis sous des unités écologiques sur lesquelles les analyses ont été effectuées dans l'annexe (1) et (Tab.8). Les stations sont distribuées sur l'ensemble Des dix cantons. La station constitue une zone sur laquelle un inventaire est effectué. Le choix des stations est effectué d'après leur homogénéité structurelle et les différents habitats recensés dans la zone d'étude (Fig. 53). Etant donné la surface considérable de la zone d'étude à inventorier, nous avons échantillonné un ensemble de stations représentatives de ce parc National.

L'étude de la lépidofaune dans le parc national de Theniet El Had durant 30 mois d'étude allant de mois de mars 2015 jusqu'au mois d'août 2017 a permis de répertorier 86 espèces, réparties en deux sous ordres, 19 familles et 27 genres. Ce chiffre est déjà élevé si l'on considère, à juste titre, cet inventaire encore incomplet. En effet, il est évident qu'un certain nombre d'espèces ont échappé à l'identification.

Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire. A titre de comparaison, 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**). On allant vers l'étage bioclimatique aride dans deux localités de sud d'Algérie le Hoggar et le Tassili, **Speidel et Hassler (1989)** a dénombré 202 espèces de papillons appartenant à 18 familles. Parmi les études récentes réalisées sur la lépidofaune, celles de **Remini et Moulaï (2017)** font état de 29 espèces dans le milieu agricole de la région de Rouiba. D'autre part une 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. *Papilio machaon*, *Iphiclides feisthamelii*, *Colias croceus*, *Vanessa atalanta* et *Polyommatus icarus* sont les cinq espèces protégées par la loi algérienne.

Nous n'avons pas étudié la couverture végétale en détail. Toutefois nous avons estimé l'abondance d'espèces en floraison et identifié les plus communes (Tab.7 : Fig.46).

Nous avons montré dans la présente étude que la plante hôte avait un impact significatif sur le développement de la faune lépidoptérique. Aucune étude n'avait été entreprise à ce sujet auparavant pour cet ordre. Il est cependant commun que, chez les insectes polyphages, certaines plantes soient plus favorables pour la croissance et la performance, en ce inclus la durée des stades larvaires, les taux de croissance, la fécondité ou la durée de vie des adultes (**Barros et al., 1999 ; Saeed et al., 2010 ; Zhang et al., 2011**).

**Zalucki et al., (2002)** soulignent que le taux de mortalité des jeunes chenilles est très élevé chez les Lépidoptères, variant de 25 à 75 %. Les causes principales sont la prédation, la quête de nourriture (**Paulian, 1953**), et la qualité de leur plante hôte. Seul ce dernier aspect est d'application dans notre étude. Les chenilles néonates sont plus fragiles et dépendent plus de la teneur en eau et en azote de leur plantes nourricières que les chenilles plus âgées (**Jones et al., 2006**). **Razafimanantsoa et al., (2013)** également démontré que la plante hôte avait un impact sur la taille et le poids des cocons produits, ce qui est de grande importance dans un contexte de sériciculture. Selon **Awmack et Leather (2002)**, la fécondité des insectes est déterminée par la qualité de la plante hôte consommée durant la phase larvaire. Les composantes de cette dernière influent directement sur le nombre d'œufs des insectes herbivores et affectent également leur taille.

En addition, beaucoup de recherches ont montré que les teneurs en constituants chimiques (eau, azote, sucre) des plantes hôtes des Lépidoptères polyphages jouent un rôle important sur le développement de ceux-ci (**Scriber, 1977; Scriber et al., 1981; Woods, 1999**).

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 68 stations. Ce nombre est faible par rapport à la superficie du parc. 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.

Une initiation a la détermination des espèces : pour déterminer les espèces on a recours aux caractères de forme et caractères sexuels : ceci impose la dissection des pièces génitales. Les papillons étant toujours conservés sec, en raison de la fragilité des écailles qui les recouvrent, la dissection de la plupart des spécimens demande une technique (**Bonnet, 1988**)

Les Catocala affichent des patrons d'aille très varié, un grand nombre de forme et de variation de la coloration son observable, se qui rend souvent leur identification difficile, il est souvent nécessaire de faire un examen plus approfondi pour leur détermination. Les organes génitaux doivent être analysés avec soin. Dans les organes génitaux masculins, l'aspect de la forme de la valve varie en fonction de la situation dans les lames permanentes pressées de manière

variable. Dans les organes génitaux féminins, le corps du corpus varie considérablement en taille. Ceci est apparemment non seulement dû à une variation intra spécifique, mais aussi à une flexibilité inhabituelle chez les Noctuidae et reflète peut-être le fait que les femelles sont vierges ou ont déjà copulé.

L'analyse de la composition taxonomique du peuplement global a conduit à la détermination des spécimens d'une collection de 3139 individus appartenant à 19 familles entre Rhopalocère et Hétérocère représentés dans l'annexe (1) et (Tab.8). Au cours de l'inventaire diurne et nocturne les Rhopalocères sont représentés par 05 familles, comportant 37 espèces dont 1654 individus. Les Hétérocères sont nettement plus diversifiés avec 14 familles, dont 49 espèces déterminées avec 1485 individus. **Bonnet de Larbogne (1988)** note que cette ordre de Lepidoptera est numériquement très important, qui réunit tous les papillons : papillons de jour (Rhopalocères, 25.000 espèces), papillons de nuit (Hétérocères, 120.000 espèces) dans le monde.

Les papillons de nuit macrohétérocères. Ils représentent près de 95 % de l'ensemble des papillons et sont le plus grand groupe d'insectes (et le plus grand groupe faunistique) aux mœurs nocturnes ! (**OPIE, 2013**).

La plupart de ces derniers volent la nuit, mais plusieurs sont strictement diurnes. Tous les hétérocères ne sont donc pas des papillons de nuit ! On peut estimer à environ 1500 le nombre d'espèces en Bretagne, soit quinze fois plus que les diurnes ! (**Riou, 2016**).

Notre étude effectuée a montré que la famille des Nymphalidae est quantitativement le mieux Représenté en nombre d'espèces (15) et de genre (12) il couvre à lui seul un pourcentage de 23.30% du total des espèces recensées. D'après **DeVries, 1987; Shields, 1989; Heppner, 1991; Victor et al., 2004** La famille des papillons cosmopolites Nymphalidae comprend environ 7200 espèces, présentes dans habitats et continents sauf l'Antarctique et environ 70 en Europe.

La famille des Nymphalidae est suivi par celui des Erebidae avec 13 espèces, et des Lycaenidae (8 espèces), Les Erebidae sont une famille de lépidoptères à une activité souvent nocturne. Cette famille inclut aujourd'hui toutes les espèces naguère placées dans les familles des Arctiidae et des Lymantriidae (rétrogradées au rang de sous-familles), ainsi que plusieurs sous-familles auparavant placées dans les Noctuidae. Cela fait des Erebidae la famille de lépidoptères la plus diversifiée, avec plus de 24 500 espèces décrites (**Poole, 1989 ; Lafontaine et al., 2006 ; 2010 ; Kravchenko et al., 2007 ; Barbut et al.,2010 ; Pogue, 2012**).

Dans notre étude, au sein des Erebidae, c'est le genre *Catocala* qui contribue avec le plus grand nombre d'individus avec 794 individus (88.8%). *Catocala nymphaea*, *Catocala conversa* et *Catocala nymphagoga*. Sont les plus représentés, la première espèce apparaît avec 143 individus soit un taux de 16 %, la seconde avec 134 individus soit 15% et la troisième avec 126 individus soit 14.09 %. En effet, les Catocalinae sont l'une des plus grandes sous-familles de la famille Erebidae. Le nombre global d'espèces est estimé à environ 7 000 (**Speidel et al., 1996**), la plupart des ils se produisent dans les tropiques. Ainsi, 35 espèces ont été enregistrées en Europe centrale (**Nowacki, 1998**), 66 dans les Balkans (**Hacker, 1989**), 42 en Irak (**Wiltshire, 1957**) et 127 en Arabie Saoudite (**Wiltshire, 1990**). Au début du 20<sup>th</sup> siècle, 52 espèces de Catocalinae étaient connus de Palestine, résumés par **Amsel (1933)**.

Les Pieridae, les Noctuidae et les Geometridae occupent respectivement le quatrième, le cinquième et le sixième rang alors que les autres familles sont faiblement représentés dans notre étude. D'après **Goater et al., (2003)** *Catocala* sont un Holarctic attrayant genre de Erebidae avec environ 300 espèces dans le monde. Ils sont assez bien connus et traités de manière monographique en Europe.

Les Noctuidae et Geometridae, relativement bien étudiées maintenant à l'échelle nationale, permettent des analyses fines, tant sur l'aspect écologique que biogéographique **Bachelard et al., (2008)**. Macrohétérocères de cette réserve naturelle. Ce sont généralement les familles bien typées et à faibles effectifs qui sont les mieux connues. Il s'agit là d'un ensemble de familles appelé communément Bombycoïde (composées des Cossidae, Sphingidae et Notodontidae) représentées généralement par des espèces de taille assez grande. Ces espèces suscitent depuis longtemps un intérêt particulier de la part des entomologistes, ce qui explique la bonne connaissance de ces groupes. **Bachelard et al., (2008)**

Nous avons pu consulter deux inventaires réalisés en France : le premier par Tenrence Hollingworth au début des années 2000 et compte 640 espèces dont 309 Macrolépidoptères et le deuxième par Thierry Varenne qui a réalisé un inventaire sur une période de quatre ans (1998-2001). Le site présente quelques différences notables au niveau des habitats dans la mesure où se sont des marais salés qui prédominent. Cet inventaire compte 517 taxons dont 263 macrolépidoptères **Bachelard et al., (2008)**.

L'étude du résultat de l'inventaire effectué dans le P.N.T.E.H permis de décrire la succession des captures de lépidoptère dans le temps et de mettre en évidence leur répartition dans l'espace.

La richesse spécifique pendant l'hiver peut être expliquée par les conditions climatiques qui font entrer la majorité des insectes en diapause en effet d'après **Coulson, 1979 in Schowalter,**

(2006) les mauvaises conditions d'hiver affectent l'abondance des insectes. De même **Landin (1961)** et **Hanski (1991)** ont noté que la composition des communautés est en relation avec les changements de température et d'humidité des différentes saisons. Contrairement à la belle saison, où les températures sont favorables au développement de la plupart des insectes. Ceci a été également montré par plusieurs auteurs: **Kingston (1977)**; **Ridsdillsmith et Hall (1984)** ; **Macqueen et al., (1986)**; et **Francisco et al (2004) in Guettala- frah (2009)**, et qui ont tous noté que l'activité et le développement des insectes sont maximales au printemps et en été affectant leur développement et leur activité. Ceci expliquerait que l'évolution des insectes est en étroite relation avec l'espèce haute donc à la disponibilité de la ressource alimentaire, en effet d'après **Hughes et Walker (1970)**, la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaires déterminent le développement des insectes. **Bachelard et al., (2008)** montrent que le mois de juillet et août le nombre d'espèces diminue fortement sur les milieux secs alors qu'il est pratiquement à son maximum sur les milieux humides.

Trois espèces n'ont pas été retrouvées récemment il s'agit de : *Papilio machaon* qui a signalé par le parc **P.N.T.E.H., 2017**, *Tomares ballus* par **Neggaz en 2005**. De même *Catocala sponsa* a été indiqué par **Anonyme (1984)** ; **Neggaz (2005)** et **P.N.T.E.H en 2017** .Les deux premières sont des taxons que nous aurions dû voir si leurs effectifs étaient notables. Il s'agit donc soit de populations très localisées et à faibles effectifs, soit d'espèces ayant régressées (au point de disparaître ?).

#### 4.2.1.13.2.- Diversité comparée entre les dix cantons du parc national

Pour bien illustrer la comparaison entre les dix cantons, nous avons pris en considération deux paramètres : l'abondance et le nombre d'espèces dans chaque station échantillonnée durant une période de trente mois de travail (Tab.9 et 10).

Les proportions exprimées en pourcentage, de chaque canton sont fournies aussi bien en nombre d'individus qu'en richesse spécifique (Fig.49 ; 50). La communauté globale récoltée de 3193 individus appartenant à 86 espèces.

L'un des dix cantons se détache nettement par son abondance élevée: Pré-Ben Chouhra 19.91 %. Le canton Ferciouane est de loin le milieu le plus pauvre en individus soit 5.07%. Il présente en revanche une richesse spécifique encore relativement élevée 8.78%. C'est le canton Pépinière et El Guerouaou qui présente le plus grand nombre d'espèces 12.70 %, suivi par Pré-Ben Chouhra 12.37 %. Kaf Sachine et Rond point 9.68 %, Djouareb et Kaf-siga comportent 49 espèces soit 8.06 en regard de leur abondance ~7 %.

Il semble que Pépinière, Pré-Ben Chouhra et El Guerouaou sont plus attractives pour la faune lépidoptérique. Par rapport aux travaux déjà réalisés par **Kacha** en **2009** sur le dépérissement dans le parc national de Theniet El Had, représente un taux le plus important, est le canton El Guerouaou 26.24% suivi par le canton Pré-Ben Chouhra 18.77%. L'existence des arbres réceptifs et affaiblie attirent les espèces agressives et les ravageurs redoutables. Nous pouvons dire aussi que cette richesse dépend de plusieurs sources d'eaux au niveau du parc dont certaines sont captées et utilisées pour les besoins de la faune. Citons la source Ain Touilla, la source Ain Harhara, la source Djedj El Ma, la source de Toursout et retenue collinaire au Sud du Sidi Abdoun. Cette dernière est dominée par la strate herbacée riche en Astéracées telle que *Bellis perennis*, *Bellis annua*, *Eryngium campestre*, *Paronychia argentea*, *Salix alba*. Les orchidacées comme *Orchis simia*, *Anacamptis papilionacea*, *Orchis italica*, *Ophrys bourdon*, *Ophrys tenthredinifera*. Les Fabacées : avec *Calicotom spinosa*, *Vicia sicula*. Les Apiacées présentés par *Ferula communis*. Les Liliacées : *Bellevalia romana*, *Narcissus cantabrica*. Les Iridacées : *Romulea bulbocodium*. Les Lamiacées avec l'espèce *Phlomis crinita*. Les Violaceae : *Viola munbyana*, Les Geraniaceae : *Geranium atlanticum* et enfin les Brassicacées avec *Alliaria petiolata* (**Belkaid, 1988**).

(**ASPO, 2011**) rajoute que les papillons de jours peuvent trouver sur les chemins forestiers et les routes non revêtues où ils absorbent du liquide. Ils sont également attirés par les excréments, les animaux morts ou la sève des arbres. **Macqueen et al., (1986)**, indique que l'activité et le développement des insectes sont maximaux au printemps et en été. En conséquence, la distribution géographique de nombreuses espèces peut rapidement évoluer ou a déjà évolué vers de plus hautes latitudes et altitudes avec les changements du climat (**Bale et al., 2002**). **Dennis (1991)**, suppose que les interactions entre les papillons et le climat sont également médiatisées via les plantes et les sources de nectar. 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), **Bernadski (1983)** a montré en Pologne que les arbres fragilisés des suites de deux hivers très rigoureux (1928/29 et 1962/63) ont été plus vulnérables aux dégâts de défoliateurs et de xylophages. Dans le cas des xylophages, les dommages mécaniques provoqués par le gel offrent aux insectes des points d'entrée dans l'écorce et le bois (**Hartmann et Blank, 1992 ; Oszako, 2007**). En conséquence, la distribution géographique de nombreuses espèces peut rapidement évoluer ou a déjà évolué vers de plus hautes latitudes et altitudes avec les changements du climat (**Bale et al., 2002**). Le gel, en particulier, est un facteur déterminant pour la survie de nombreux insectes et peut causer de fortes mortalités

pour les espèces à développement précoce dans la saison (**Leather et al., 1993**). La sécheresse peut dans certains cas favoriser l'alimentation des insectes ravageurs (**Mattson et Haak 1987**). Le stress hydrique peut mener à l'augmentation du taux d'acides aminés suite à l'hydrolyse de protéines entraînant une augmentation du contenu en azote (**White 1984** dans **Huberty et Denno 2004**). Les insectes défoliateurs par exemple, peuvent avoir de meilleures performances sur des arbres soumis à un stress hydrique modéré car les concentrations en azote foliaire sont plus fortes (**Larsson et Björkman 1993**).

Par contre, Le canton Ferciouane, l'abondance des espèces de lépidoptère est moindre (159 individus).

Les hypothèses les plus probables pour expliquer ce déficit sont, d'une part la période d'inventaire, d'autre part le temps médiocre et enfin la ressource nectarifère. En effet, les sorties de terrain en 2016 sont plus tardives qu'en 2015 ce qui peut jouer en faveur des espèces absentes en 2016. De plus, le temps exécrable des mois de juin et de juillet (pluie abondante, froid, vent) a probablement fortement perturbé les populations de lépidoptères (période de vol décalée, faible effectif, durée de vie diminuée des individus). Pour finir, le faible nombre de plantes en fleurs observé à cette époque contribue à une concurrence intra et interspécifique entraînant une plus forte mortalité chez les papillons. Ce dernier point est essentiellement observé sur les milieux pâturés. Effectivement, les prairies pré-forestières moins accessibles par les troupeaux sont nettement plus fleuries **Jaulin et Baillet, 2007**.

Selon **Chara (1987)**, les facteurs climatiques, telle la pluviométrie, la température, l'hygrométrie, en plus de la physionomie des biotopes, peuvent avoir une certaine influence sur la répartition des insectes et celle des essences forestières qui sont essentiellement conditionnées par la température, la pluviométrie et l'insolation.

La grande menace qui pèse sur les populations de papillons est la destruction de leur habitat. Les prélèvements effectués par les amateurs et les scientifiques dans les milieux naturels sont opérés de manière sélective et visent à construire un outil de toute première utilité pour les actions lancées dans l'optique du développement durable et de la préservation de la biodiversité (**Leraut, 2014**).

Parmi les causes de cette dégradation, il y a lieu de citer l'action anthropique que l'homme exerce avec ses troupeaux dans plusieurs zones. Ceci est à relier à la fermeture progressive des milieux ouverts ce qui réduit les zones de pacage. Les phénomènes de surpâturage et de piétinement conduisent rapidement à la dégradation du couvert végétal et du sol contribuant à l'appauvrissement généralisé des communautés animales et végétales **Jaulin et Baillet, 2007**. (**Melazem, 1990**) S'ajoute à cela, le phénomène de dépérissement du cèdre

de l'Atlas dont les causes restent loin d'être élucidées avec précision, ce phénomène compromis non seulement l'existence de cette espèce mais aussi tout un cortège floristique et faunistique qui lui associée dont la conservation de cette biodiversité est un enjeu pour les gestionnaires du Parc, l'approche participative peut porter un grand intérêt dans ce sens (**Sarmoum, 2008**).

Dans le parc de Theniet el Had, à certains endroits, la régénération est insignifiante à cause des surpâturages. La forêt est utilisée comme terrain de parcours de grands troupeaux bovins en liberté totale, malgré l'intervention des forestiers. Ces pâturages excessifs sont des facteurs majeurs de dégradation et risquent la destruction progressive de la forêt.

D'après (**Habib, 2013**) les Thérophytes sont les plus représentées dans le Parc National de T.E.H. En effet, un nombre élevé de thérophytes indique une forte perturbation du milieu par l'activité anthropozoïque, notamment le pâturage. (**Dahmani, 1996**).

L'objectif de comparer les résultats des différentes stations échantillonnées, est d'identifier le canton le plus favorable à la conservation des lépidoptères dans ce parc national. Les communautés de Papillons récoltées et observées dans les dix cantons ne sont pas semblables. 3139 individus de 43 espèces de Rhopalocères et Hétérocères sont le résultat d'un dénombrement de trente mois consécutives ce qui reste incomplet, vu le nombre de localités encore peu ou non exploités à l'échelle du P.N.T.E.H. Ce groupe d'insecte mérite beaucoup d'attention et d'information pour protéger cette biodiversité mal connue aux abords de l'agglomération de Theniet el Had. 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.

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  $H'$  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  $H'$ , indice de diversité  $H_{max}$  et indice d'équitabilité  $E$ ). 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 le

Pépinière est le plus diversifié, le Rond point et Kaf Sachine les plus équilibrés, Kaf Sachine et Rond point présentent une régularité dans leur communauté de papillons.

L'indice de diversité de Shannon dans les dix cantons en fonction d'espèces est de 5.56 bits à Pépinière, de 5.5 bits à Pré-Ben Chouhra, de 5.49 bits à El Guerouaou, de 5.33 bits à Kaf Sachine, de 5.3 bits à Rond point, de 5.14 bits à Ourten, de 5.03 bits à Djouareb, de 5.01 bits à Ferciouane, de 4.97 bits à Sidi Abdoune et de 4.95 bits à Kaf-Siga. **Remini** et **Moulaï (2017)** signalent un indice de diversité de Shannon qui varie entre 0,43 et 1,88 bits pendant 24 mois d'étude dans le Parc zoologique d'Alger et la région de Souachette (commune de Rouiba), diversités beaucoup plus basses que celles notées dans la présente étude. Ce même indice est compris entre 2.35 et 3.1 bits en fonction des familles. 3,1 bits à Pépinière, de 2,88 bits à El Guerouaou, de 2,86 bits à Kaf Sachine, de 2,84 bits à Pré-Ben Chouhra, de 2,62 bits à Ourten, de 2,61 bits à Rond point, de 2,57 bits à Djouareb, de 2,54 bits à Ferciouane, de 2,51 bits à Kaf-Siga et de 2.35 bits à Sidi Abdoune.

Dans la présente recherche les valeurs de l'équitabilité en fonction d'espèces varient entre 0,88 et 0,92 ce qui confirme une régularité de la communauté de lépidoptères dans tous les cantons du parc. En revanche, l'équitabilité en fonction des familles fluctue entre 0,45 et 0,50. Les différents cantons signalent un déséquilibre et une irrégularité entre les effectifs des différentes familles de lépidoptères, excepté pour Kaf Sachine et Pépinière qui présente une certaine régularité pour les taxons de ces cantons. En effet, il est à rappeler que **Remini** et **Moulaï (2017)** fait mention les parcelles agricoles signalent un déséquilibre et une irrégularité entre les effectifs des différentes espèces de papillons, excepté pour les céréales et verger de poirier qui présentent un certain équilibre dans la répartition des effectifs de papillons.

Le coefficient de similarité de Sorensen appliqué pour les dix cantons entre mars 2015 et août 2017, évoque-la présence d'une similarité de 100 pour 100 pour le couple Djouareb / Kaf-Siga et d'autre élevée entre Kaf Sachine/Pépinière avec 96 %, El Guerouaou/Pré-Ben Chouhra avec 93.33 %, El Guerouaou/Ferciouane avec 92.85%, Pré-Ben Chouhra/Ferciouane avec 92.85%. Et pour la même période, nous avons retrouvé les plus faibles valeurs de similitude 80 % pour les couples Kaf Sachine/Ourten et Kaf Sachine/ Ferciouane. Cette valeur est très élevée par rapport qui 'a trouvé par **Remini** et **Moulaï (2017)** ; une similarité élevée entre le maraichage/agrume avec 82 % et l'autre plus faibles avec 56% pour le couple céréales/agrume.

La fréquence d'occurrence appliquée aux espèces de chaque canton du Parc, indique la aussi que les espèces assez accidentelles sont dominatrices dans le P.N.T.E.H. L'espèce rare, est la moins représentée. il s'agit *Alucita hexadactyla* de la famille Alucitidae.

Dans le présent travail, nous aborderons sommairement la composition des peuplements de lépidoptère des divers cantons. Nous traiterons ensuite un peu plus en détail de la dynamique de leurs espèces les plus abondantes.

La composition de chaque peuplement sera exprimée par sa "richesse spécifique" (le nombre d'espèces capturées) et son "abondance" (le nombre d'individus capturés, qui correspond à la somme des densités d'activité des différentes espèces).

Relativement à cette série, chaque espèce sera caractérisée par les valeurs de son "barycentre" (g) et de son "amplitude d'habitat" (AH), (**Blondel, 1979**). Cette étude, nous a permis de classer les espèces de lépidoptères 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 canton Pré-Ben Chouhra et El Guerouaou comme habitats préférentiel, alors que le Pré-Ben Chouhra, s'avère être sélectionné par la famille Erebiidae.

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. 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 biotope (ici, n = 10).

#### **4.2.1.13.3.- Distribution de la faune lépidoptérique dans les différents cantons.**

Les prospections menées dans les dix cantons du P.N.T.E.H nous ont permis d'avoir une idée sur la diversité des lépidoptères Rhopalocères (diurnes) et Hétérocères (nocturne). Ceci étant confirmé par les résultats d'analyse de l'A.F.C qui montre des assemblages regroupant des familles lépidoptérique en rapport avec les différents cantons. Durant la durée d'étude, onze groupes ont été signalés, le plus important groupement renferme les familles qui présentent à la fois dans les dix cantons. Se sont des familles omniprésentes. Il s'agit Pterophoridae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Sphingidae, Notodontidae, Erebiidae., Noctuidae. De son côté, une seule famille (Sesiidae) signalée que dans le canton El Guerouaou et une autre famille Heterogynidae qui est notées uniquement dans le canton Pré-Ben Chouhra.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique. Les points d'observation (cantons) et les points variables (familles) jouent dans le cas de l'AFC, des rôles symétriques. Les répartitions sont faites en pourcentages afin que les distances aient un

sens. Les données de la matrice peuvent subir une transformation Log ou double racine carrée, afin de stabiliser les variances en donnant de l'importance aux espèces rares.

L'interprétation des résultats se fait en terme de proximité entre stations, entre espèces ou entre stations et espèces (**Thouzeau, 1989**). L'analyse de la distribution des Papillons permet de mieux interpréter les affinités de l'assemblage lépidoptérique. 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. Par ailleurs, **Remini et Moulaï (2017)** notent que 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. En effet, si les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux d'énergie, les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement, ceci permet de dire que les espèces observées une seule fois et considérées rares ne sont pas des espèces à négliger étant donné qu'elles peuvent jouer un rôle important dans le fonctionnement et l'équilibre général de l'agro-écosystème et participent dans l'acheminement du transfert d'énergie dans les chaînes alimentaires et l'équilibre de celle-ci (**Aberkane-Ounas, 2012**).

## Conclusion

Au terme de notre étude, on a effectué un total de 100 sorties réparties sur 64 stations. D'une manière globale, 5 méthodes d'échantillonnage des invertébrés sont utilisées, à savoir la méthode Récolte directe (avec un filet à papillons), La chasse de nuit (Drap blanc), Pièges attractifs, Piège à phéromone et Pièges alimentaires. Ces dernières méthodes sont utilisées dans le sens d'avoir une idée plus ou moins claire sur l'importance des lépidoptères dans les milieux échantillonnés. Nous avons pu prélever une richesse spécifique qui est de 86 espèces

répartis en 2 sous ordres ; Les Hétérocères avec 14 familles, dont 49 espèces et les Rhopalocères représentés par 05 familles comportant 37 espèces. Ceci sans prendre en considération en premier lieu, les espèces non identifiées dû au manque de connaissance de la faune régionale et d'ouvrages consacrés à l'entomofaune de l'Afrique du Nord ainsi que le manque de spécialistes de détermination. L'étude du cycle biologique et le suivi de l'une des espèces les plus piégées (espèce nocturne et diurne) est en cours. Des essais d'élevage et de l'étude de génitalia sont effectués parallèlement au traitement des données.

Parmi les 86 espèces résidentes de l'ensemble de la région considérée, une espèce très rare a été trouvée et semble particulièrement menacée d'extinction, *Chamaesphecia pechi*. C'est une espèce endémique en Algérie. Elle a été décrite à Sebdu et ne se trouve que dans deux régions: Constantine (Lambèse) et Oran (Sebdu). Quelques spécimens ont été capturés en mai et juin il y a plus de 100 ans et depuis l'espèce n'a plus été observée jusqu'à maintenant **Špatenka et al., 1999**.

D'une manière générale, les résultats indiquent qu'il y a une différence entre les dix cantons du P.N.T.E.H pour le nombre des familles et le nombre des espèces par famille. Cette différence peut être due aux techniques du piégeage ou bien à des conditions biotiques et abiotiques bien précises. En règle générale, on remarque que la faune lépidoptérique est plus diversifiée dans le canton Pépinière (72 espèces) tandis qu'elle est mieux représentée en terme d'abondance dans le canton Pré-Ben Chouhra (625 individus). Tandis que les richesses spécifiques les plus basses sont observées au Djouareb et Kaf-siga (72 espèces).

Les indices de diversité et d'équitabilité calculés pour chaque canton, afin de mieux suivre la structure du peuplement, montrent que les valeurs élevées de l'équitabilité sont obtenues en général sur la lépidofaune en fonction de l'espèce, ce qui devrait traduire une meilleure stabilité du peuplement. Nous remarquons au niveau des dix cantons que la Pépinière et Pré-Ben Chouhra présentent des diversités élevées en particulier le canton Pépinière où elles atteignent plus de 5.56 bits. Nous pouvons également avancer que pour toutes les stations les équitabilités sont supérieures à 0,88. Ceci montre donc qu'il y a un bon équilibre entre les espèces. Par contre les indices de diversité et l'équitabilité en fonction des familles sont faibles ce qui traduit le déséquilibre de cette communauté lépidoptérique.

Les modèles spatiaux et temporels de la biodiversité sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité des écosystèmes (**Primack, 1993**). Au niveau du P.N.T.E.H il y a diverses placettes, diverses stations et divers cantons à différentes hétérogénéités, et donc différentes biodiversités peuvent se retrouver même si elles sont assez proches les unes des autres.

Cette liste est loin d'être exhaustive mais elle permet néanmoins d'avoir un aperçu, une première « photographie » de la faune lépidoptérique présente. On remarque déjà un nombre d'espèces de Rhopalocères et d'Hétérocères assez important pour la zone concernée.

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 répartitions 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 crameri*, *Gonepteryx cleopatra*, *Zerynthia rumina*, *Iphiclides feisthamelii*, *Zygaena zuleima* et *Macroglossum stellatarum*.

#### 4.2.2.- Par type d'habitat

Le but premier de ces études est de comprendre les Papillons afin de proposer des mesures de gestion conservatoire. Pour cela, il faut connaître les habitats les plus favorables pour une biodiversité maximale. Et ceci non de façon empirique, mais bien issue d'un raisonnement objectif et scientifique, basé sur un protocole expérimental servant d'argument pour la conservation des peuplements. Cette conservation passera par des actions de gestion que nous proposerons aux propriétaires des sites, mais également par une sensibilisation pour faire comprendre l'intérêt de cette démarche.

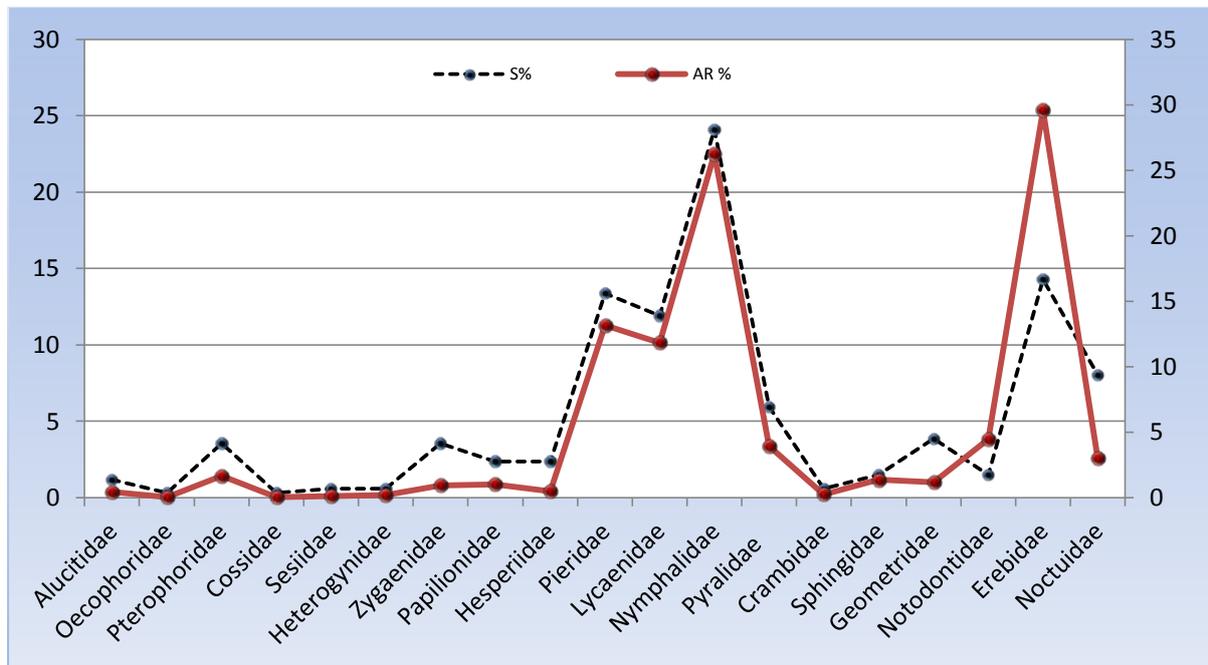
##### 4.2.2.1.- Relation importance relative / richesse totale lépidofaune

Il est intéressant d'étudier au niveau des différents groupes les espèces, en précisant leur richesse, leur fréquence, leur constance et leur diversité. Ces coefficients classiques permettent de quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres (**Gautier, 1977 cité par Ponel, 1983**).

Dans notre cas, nous avons étudié la fréquence d'occurrence (FO%), l'abondance relative (AR%) et la richesse totale (S) et moyenne (Sm) des espèces de lépidoptère échantillonnés dans les différents habitats allant du mois de mars 2015 jusqu'au mois d'août 2017.

Nous avons jugé utile de réunir les paramètres abondance relative (AR%) et richesse totale (S), afin de déterminer la relation qui peut exister entre ces deux indices. Ils rendent compte particulièrement de l'originalité du peuplement étudié.

Les résultats de l'abondance relative (AR%) et la richesse totale (S) sont consignés dans la figure 54 ci-dessous.



**Figure 54. Importance relative globale et la richesse totale lépidofaune en fonction des familles récoltées exprimée en pourcentage (%).**

Nous remarquons que la famille des Erebidae est la plus abondante avec 475 individus, soit une abondance relative égale à 29,60 % suivie par la famille des Nymphalidae avec 421 individus, soit AR (%) = 26,23% de l'effectif global. Puis les Pieridae et les Lycaenidae avec 211 et 190 individus respectivement avec des taux variant de 11,84 % à 13,15 %. Alors que les Notodontidae avec 72 individus soit AR (%) = 4,49 %, et les Pyralidae avec 63 individus soit AR (%) = 3,93%. Les autres familles sont nettement diversifiées et numériquement moins représentées. ce sont les Oecophoridae (1 individus), les Cossidae (1 individus), les Sesiidae (2 individus), les Heterogynidae (3 individus), les Crambidae (4 individus), les Alucitidae (7 individus), les Hesperiidae (8 individus), les Zygaenidae (15individus), les Papilionidae (16 individus), les Sphingidae (22 individus), les Pterophoridae (27 individus), et les Noctuidae (48 individus) avec des taux variant de 0,06 % à 2,99 % de l'effectif total des lépidoptères collectées (Fig.54 ).

En revanche, la famille la mieux représentée en nombre d'espèces est celle des Nymphalidae avec 15 espèces, soit 24,11 %, vient en deuxième position la famille des Erebidae avec 13 espèces (14,29%), suivie par la famille des Pieridae avec 9 espèces et une proportion de 13,39%. La quatrième position représentée par les Lycaenidae avec 8 espèces soit 11,90 %. Les familles des Pyralidae (5 espèces), Noctuidae (8 espèces), Geometridae (6 espèces), Hesperiidae (3 espèces), Zygaenidae (4 espèces). Et enfin la dernière position qui regroupe les

familles moins diversifiées. Ce sont Alucitidae (1 espèce), Oecophoridae (1 espèce), Cossidae (1 espèce), Sesiidae (2 espèces), Heterogynidae (1 espèce), Papilionidae (2 espèces), Pterophoridae (2 espèces), Crambidae (1 espèce), Sphingidae (2 espèces), Notodontidae (2 espèces) ayant entre 2.38 et 0.30 %.

A l'exception des Nymphalidae qui est la famille la plus diversifiée (15 espèces) mais avec un faible effectif (421 individus). Il est important de souligner que la pelouse, le seul habitat qui regroupe toutes les espèces de la famille Nymphalidae et Pyralidae, par ailleurs nous remarquons aussi la présence de toutes les espèces de la famille Pieridae au niveau de deux types d'habitats à savoir pelouse et cédraie.

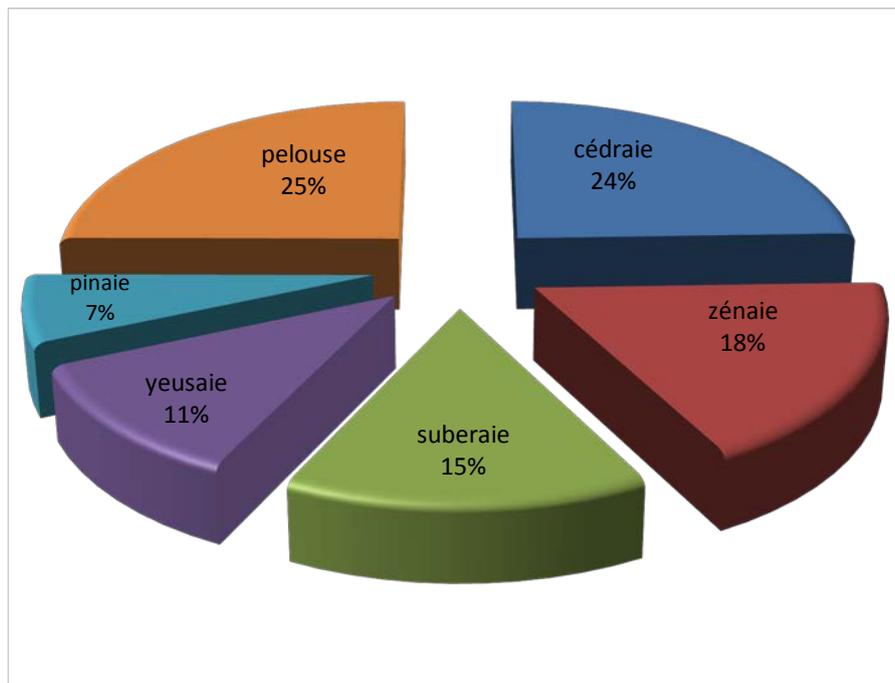
#### 4.2.2.2.- Relation importance relative / richesse totale

Les figures 5 et 6 montrent que la clairière arrive largement en tête des habitats les plus riches au niveau spécifique (23%), et le nombre des individus égale à 400 soit un taux de (25 %), présents sur cette réserve naturelle sont visibles durant les 30 mois. A la seconde position vient la cédraie 21%, suivie par la zénaie 18%. Les autres types d'habitats ne sont que faiblement représentés avec un taux de 14% pour la yeusaie, 13% pour la subéraie et 11% pour la pinai.

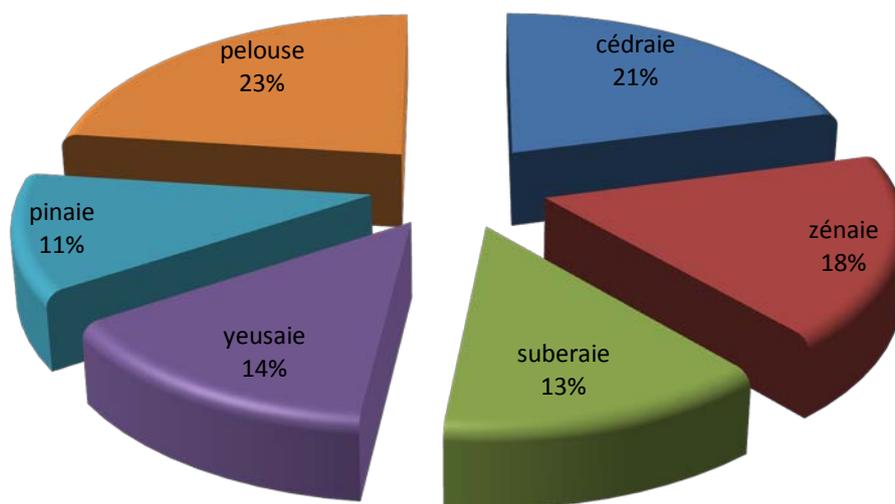
#### 4.2.2.3.- Richesse totale (S)

Au cours des échantillonnages réalisés au niveau des différents habitats du P.N.T.E.H à savoir, cédraie, zénaie, subéraie, yeusaie, pinai, pelouse. Durant trente mois d'observation, allant du mois de mars 2015 à août 2017. 3139 individus ont été collectés appartenant à 86 espèces, 19 familles et 27 genres. Cette communauté est subdivisée en deux sous ordre ;

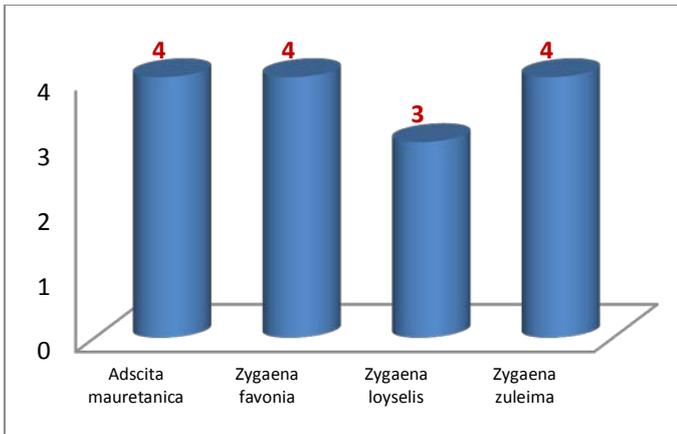
- les Rhopalocères regroupent 05 familles, comportant 30 genres et 37 espèces avec 846 individus soit une abondance de 52,72 % de la totalité des lépidoptères et une diversité soit 54,16 %. L'espèce la mieux représentée numériquement est celle de *Pieris rapae* (78 individus). Elle est suivie par *Hipparchia algerica* (75 individus), *Nymphalis polychloros* avec 60 individus, *Maniola jurtina* (59 individus) et *Lycaena phlaeas* avec 39 individus.
- les Hétérocères diurnes sont représentés par 14 familles, 38 genres et 49 espèces avec 759 spécimens adultes dénombrés soit une abondance de 47,29 % de la totalité des lépidoptères au cours de l'échantillonnage et une diversité soit 45,86 %. *Catocala conversa* représente une abondance appréciable avec (83 individus), elle est suivie par *Catocala conjuncta* qui est bien représenté avec 81 individus, *Catocala dilecta* (62 individus), *Catocala nymphaea* (61 individus), *Catocala hilaris* (52 individus), *Catocala nymphagoga* (57 individus), *Thaumatopoea pityocampa* (40 individus).



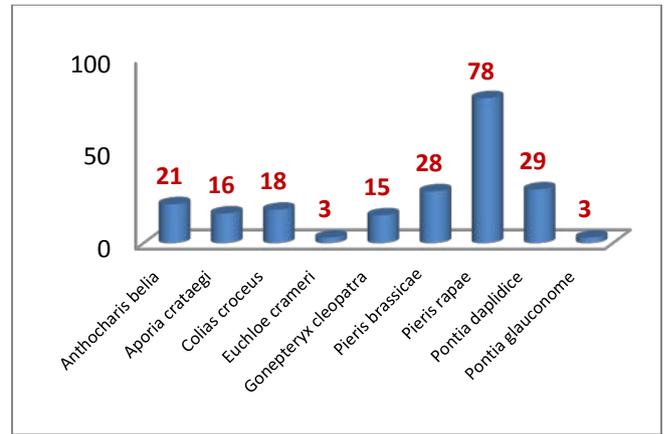
**Figure 55. Importance relative (en %) du nombre d'individus au niveau des 06 types d'habitats.**



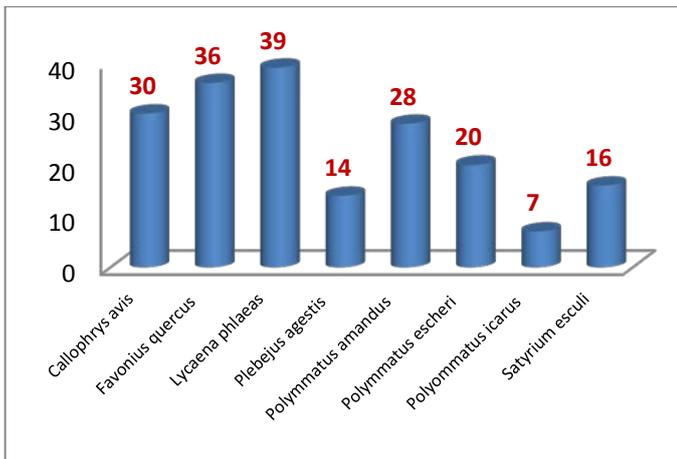
**Figure 56. Richesse totale (en %) au niveau des 06 types d'habitats.**



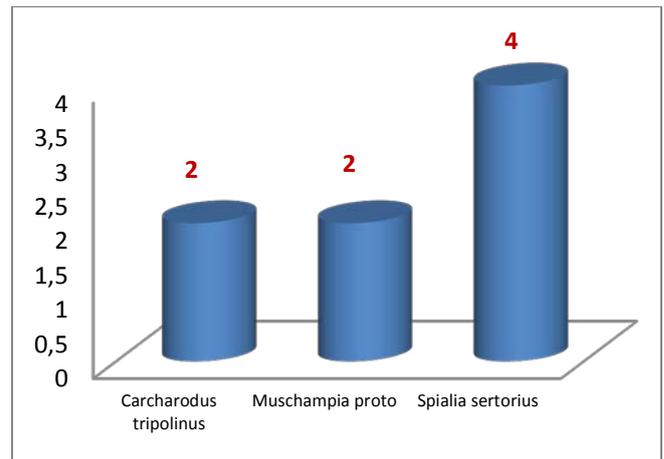
Zygaenidae



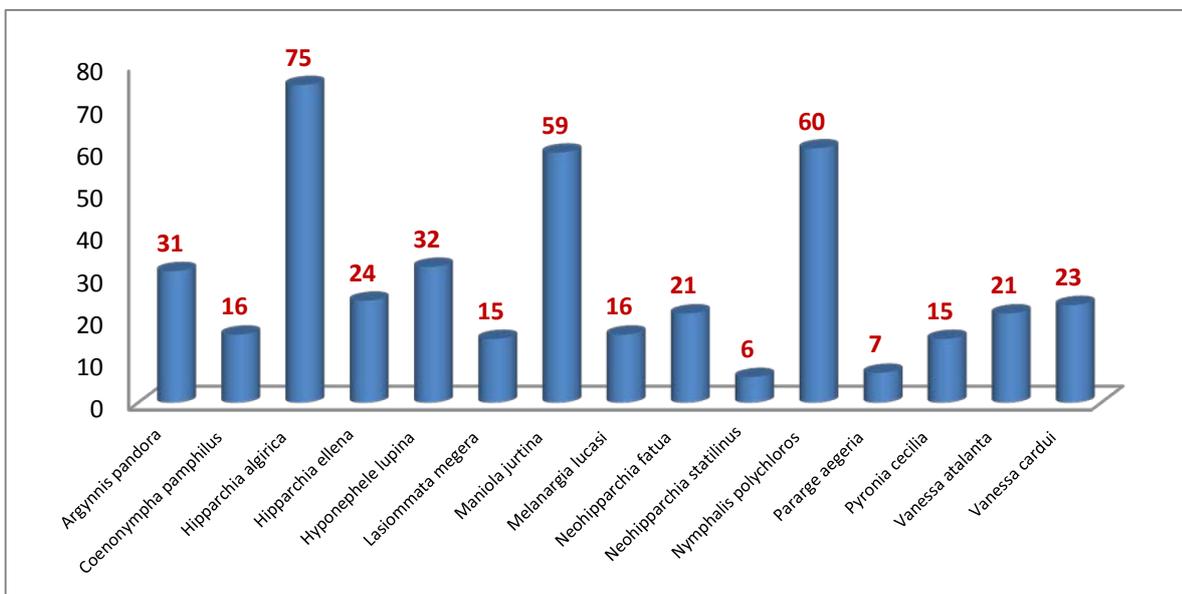
Pieridae



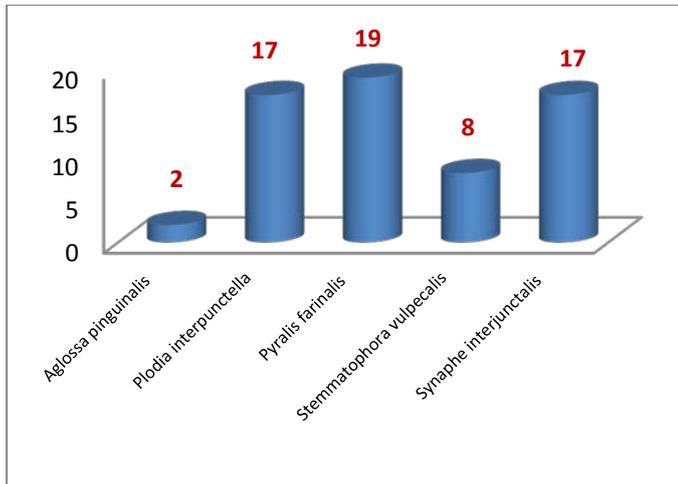
Lycaenidae



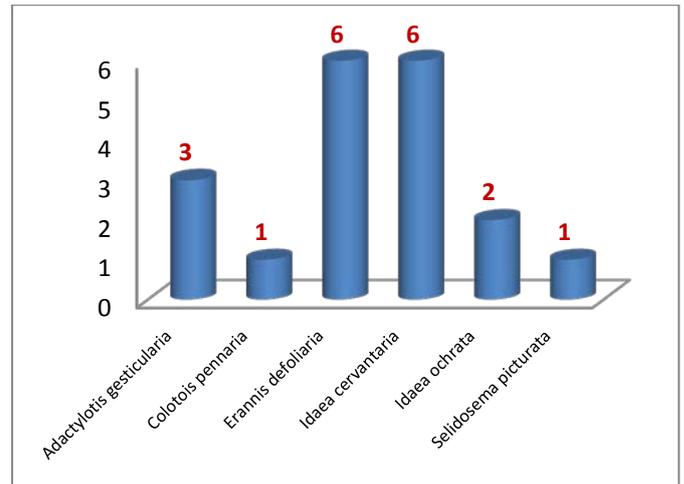
Hesperidae



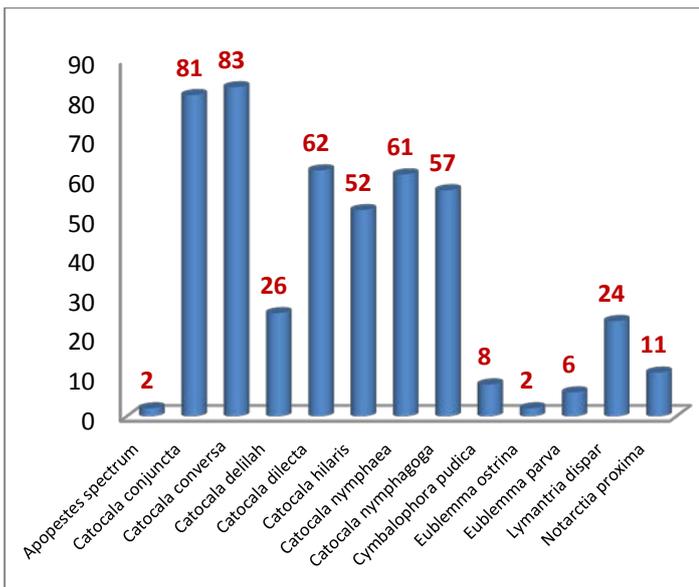
Nymphalidae



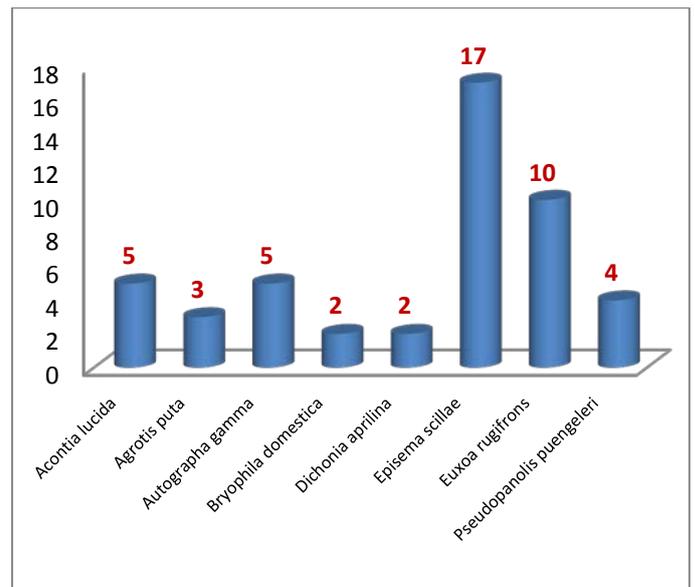
Pyralidae



Geometridae



Erebidae



Noctuidae

Figure 57. Le nombre d'individus des espèces de chaque famille

Concernant le nombre d'individus recensés dans les six types d'habitats du P.N.T.E.H., la valeur maximale de l'abondance pendant les trente mois d'observation est notée dans la pelouse représentant 24,92 % de la communauté lépidoptérique globale, suivie par la cédraie avec 393 individus (24.49%) (Fig.55). La zénaie affiche une abondance de 286 individus (17.82 %) alors que la subéraie montre un effectif de 238 individus. Enfin, la yeusaie et la pinaie enregistrent des effectifs plus faibles avec respectivement 182 et 106 individus.

Au cours de la période d'étude de prospection allant de mars 2015 à aout 2017, la famille des Nymphalidae est la famille plus diversifiée 24,11% % mais avec un faible effectif de 26,23 % par contre la famille des Erebidae impose sa présence avec une abondance relative élevé (29,60 %) de l'effectif global collecté et une richesse spécifique faible de 14.29 % en comparaison de la famille des Nymphalidae (Fig.56 ).

Sur l'ensemble des 19 familles de lepidopteres capturées au cours des trente mois d'échantillonnage, seulement 8 d'entre elles ont été observées dans tous les habitats étudiées. On cite : Pterophoridae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Erebidae, Noctuidae.

Ainsi, les Erebidae ont été dominantes dans tous les habitats, avec un effectif de 475. Elles sont suivies par les Nymphalidae qui sont bien représentées dans la pelouse (136 individus). De même, cette famille présente un effectif total de 421 individus dans tous les habitats. Les Pieridae enregistrent un effectif de 211 individus, alors que les Lycaenidae et Notodontidae présentent des abondances qui sont respectivement 190 et 72 individus. Ainsi les familles Pyralidae, Noctuidae et Pterophoridae avec respectivement 63, 48, 27 individus. Enfin la famille des Sphingidae représente une abondance appréciable avec 22 individus et cela dans tous les habitats.

De l'ensemble des espèces de lépidoptères capturées pendant la période d'étude, seulement 26 ont été observées dans tous les habitats étudiées. On cite : *Crombrughia laetus*, *Emmelina monodactyla*, *Zerynthia rumina*, *Anthocharis belia*, *Aporia crataegi*, *Gonepteryx cleopatra*, *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Callophrys avis*, *Lycaena phlaeas*, *Polymmatius amandus*, *Polymmatius escheri*, *Argynnis pandora*, *Hipparchia algerica*, *Hipparchia ellena*, *Hyponephele lupina* , *Maniola jurtina*, *Neohipparchia fatua*, *Nymphalis polychloros*, *Pyronia cecilia*, *Plodia interpunctella*, *Pyralis farinalis*, *Catocala conjuncta*, *Catocala delilah*, *Euxoa rugifrons*. Par contre 8 espèces ont été observées uniquement dans l'un des habitats, il s'agit de : *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*,

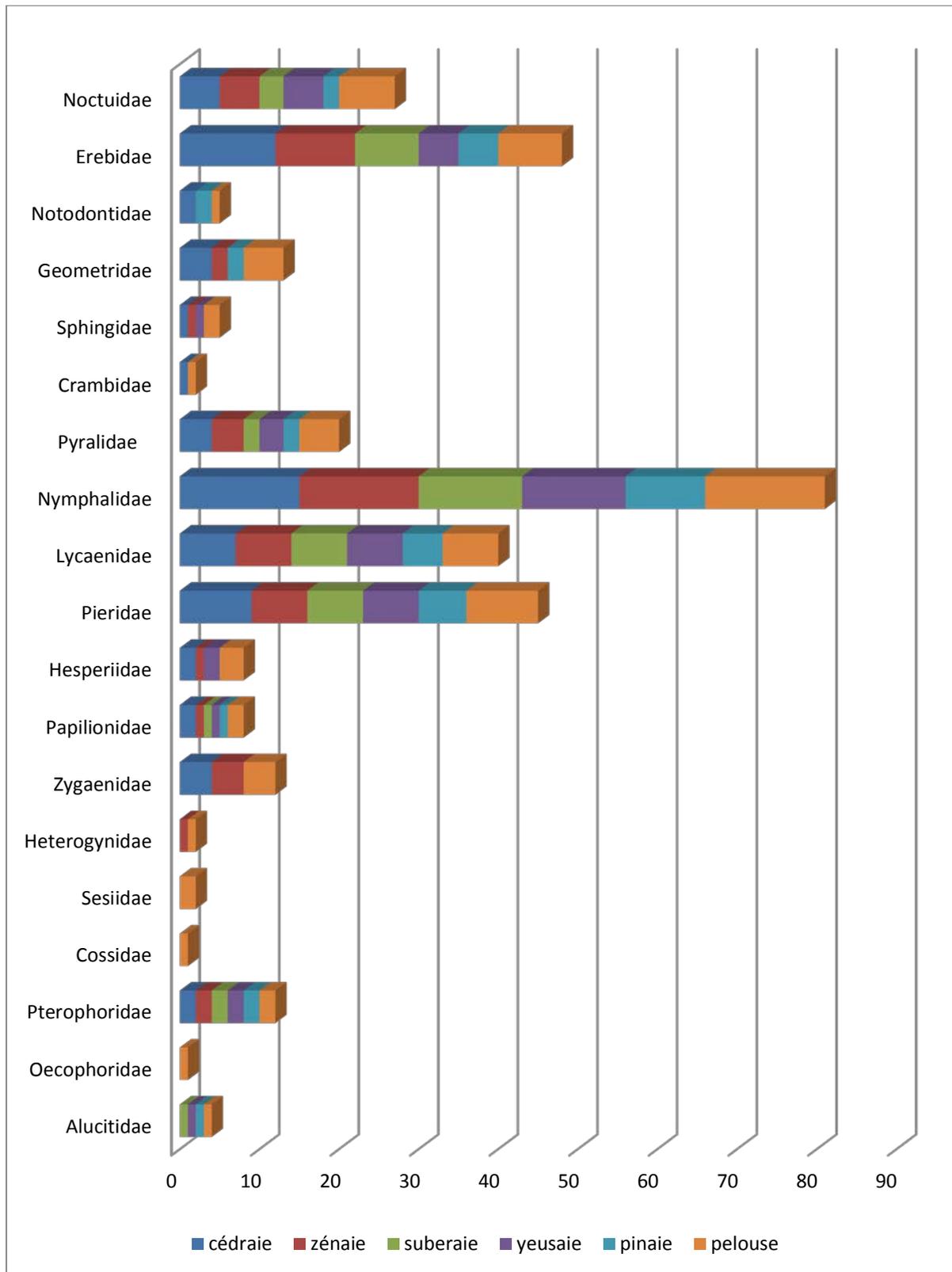
*Pyropteron leucomelaena*, *Aglossa pinguinalis*, *Hippotion celerio*, *Colotois pennaria* pour la pelouse, *Selidosema picturata* pour la cédraie.

Les espèces *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron leucomelaena*, *Hippotion celerio*, *Colotois pennaria* et *Selidosema picturata* sont les espèces notées les moins répondues lors de notre étude, leur pourcentage était de 0,06%. La population étudiée est composée d'un seul individu seulement qui a vraisemblablement été contracté lors d'activités de chasse.

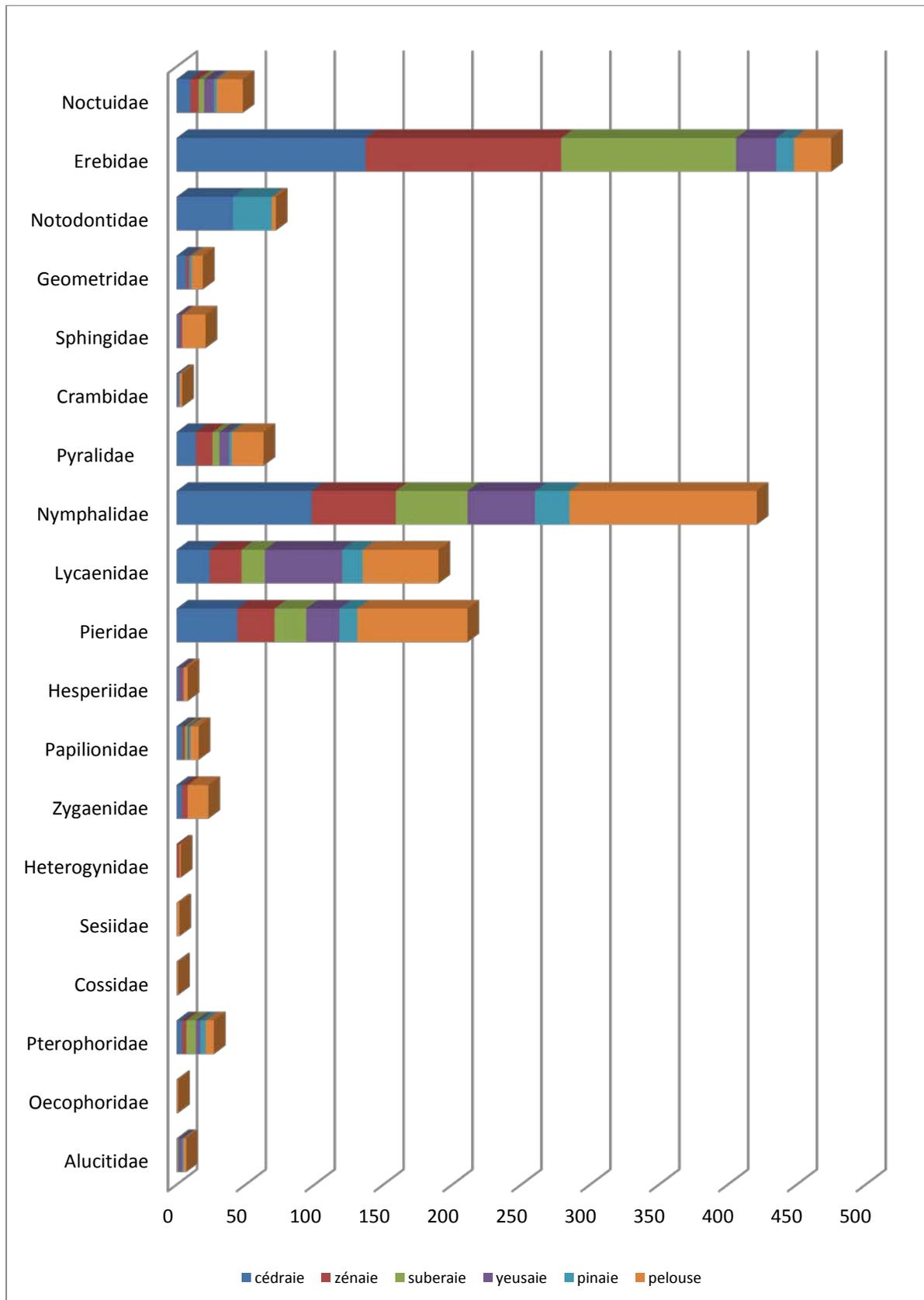
La lecture de la Figure 58 montre que les Nymphalidae priment encore une fois en richesse spécifique sur les autres familles. Donc, les Nymphalidae ont été prédominantes dans tous les habitats, avec une richesse moyenne de 24.11%, englobant 15 espèces pareillement dans la cédraie, zénaie et pelouse. 13 espèces dans la subéraie et la yeusaie, la pinaie avec 10 espèces (Tab.19).

Les Erebidae sont suivis par la famille des Nymphalidae qui sont bien représentés 14.29 % dans la cédraie avec 12 espèces, la zénaie enregistre 10 espèces, d'une part et d'autre part, les Pieridae sont aussi bien représentés dans les habitats pelouse et cédraie avec 9 espèces (Tab.19 ; Fig.57).

La pelouse est l'habitat le plus diversifié avec 19 familles et 77 espèces, suivi par la cédraie avec 14 familles et 70 espèces, puis la zénaie qui englobe 13 familles et 60 espèces. La yeusaie présente 11 familles et 47 espèces, puis en cinquième position vient la subéraie avec 9 familles et 44 espèces. Enfin la pinaie est nettement moins diversifiée avec 11 familles et 38 espèces (Fig.59).



**Figure 58. Diversité de lépidofaune par famille dans les six types d’habitats du P.N.T.E.H.**



**Figure 59. Représentation de l’abondance des familles des lépidoptères dans les six types d’habitats du P.N.T.E.H.**

#### 4.2.2.4.- L'Abondance relative globale (AR %) et Richesse (S%) des espèces des lépidoptères par famille et par habitat : sont notés dans le tableau 19

**Tableau 19.** Richesse totale S et nombre d'individus AR exprimé en (%) des lépidoptères par famille et par type d'habitat du P.N.T.E.H.

Famille	Type d'habitat											
	cédraie		zénaie		subéraie		yeusaie		pinaie		pelouse	
	AR (%)	S (%)	AR (%)	S (%)	AR (%)	S (%)	AR (%)	S (%)	AR (%)	S (%)	AR (%)	S (%)
Alu	0	0,00	0	0,00	0,42	2,27	1,65	2,13	0,94	2,63	0,49	1,30
Oec	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,30
Pte	1,02	2,86	1,05	3,33	2,94	4,55	1,65	4,26	3,77	5,26	1,47	2,60
Cos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,30
Ses	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	2,60
Het	0,00	0,00	0,70	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,30
Zyg	1,02	5,71	1,40	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	5,19
Pap	1,02	2,86	0,70	1,67	0,84	2,27	0,55	2,13	0,94	2,63	1,47	2,60
Hes	0,51	2,86	0,35	1,67	0,00	0,00	1,10	4,26	0,00	0,00	0,74	3,90
Pie	11,20	12,86	9,44	11,67	9,66	15,91	13,19	14,89	12,26	15,79	19,66	11,69
Lyc	6,11	10,00	8,04	11,67	7,14	15,91	30,77	14,89	14,15	13,16	13,51	9,09
Nym	24,94	21,43	21,33	25,00	21,85	29,55	26,92	27,66	23,58	26,32	33,42	19,48
Pyr	3,56	5,71	4,20	6,67	2,10	4,55	3,85	6,38	1,89	5,26	5,65	6,49
Cra	0,51	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	1,30
Sph	0,51	1,43	0,35	1,67	0,00	0,00	0,55	2,13	0,00	0,00	4,18	2,60
Geo	1,78	5,71	0,70	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	5,26	1,97	6,49
Not	10,43	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,42	5,26	0,74	1,30
Ere	34,86	17,14	49,65	16,67	53,36	18,18	15,93	10,64	12,26	13,16	6,63	10,39
Noc	2,54	7,14	2,10	8,33	1,68	6,82	3,85	10,64	1,89	5,26	4,67	9,09

#### 4.2.2.5.- Etude indicielle des communautés lépidoptérique dans les six habitats en fonction des espèces

Dans cette partie, nous utilisons les façons les plus usuelles pour décrire les communautés en termes de composition et d'assemblages des espèces dans les six types d'habitats. Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir par un ensemble d'indices et de descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces. La description des peuplements récoltés de chaque habitat est une phase cruciale pour comprendre l'organisation spatiale du peuplement de lépidoptère.

La comparaison des peuplements des six types d'habitats s'appuie sur une étude indicielle, combinée à des analyses multivariées associant des analyses factorielles des correspondants.

#### 4.2.2.5.1.- Indice de diversité de Shannon $H'$ (bits)

Nous notons que la diversité de Shannon ( $H'$ bits) dépasse pour l'ensemble des six types d'habitats la valeur de 4. La diversité de Shannon la plus élevée est notée dans la pelouse avec 5,72 bits, suivie par celle observée dans la cédraie avec 5,34 bits. La zénaie enregistre 5,05 bits, alors que la subéraie et yeusaie affichent des valeurs plus ou moins modérée respectivement 4.76 et 4.65 bits. Enfin, la valeur la plus faible est mentionnée pour la pinaie avec 4.56 bits (Tab.20).

#### 4.2.2.5.2.- Indice de diversité maximale $H'_{max}$ (bits)

Les valeurs de l'indice de diversité maximale dans les six types d'habitats fluctuent entre 4.9 bits et 5.3 bits en fonction des espèces. Pour la pelouse, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 6.27 bits, la diversité est bonne ce qui explique un équilibre entre les espèces. Suivie de la cédraie avec 6.13 bits. Puis vient la zénaie avec 5.91 bits. La yeusaie et la subéraie affichent des valeurs respectivement de 5.55 et 5.46 bits, Alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans la pinaie avec 5.25 bit (Tab.20).

#### 4.2.2.5.3.- Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité E en fonction des espèces est placé dans le tableau 21. Nous avons enregistré des valeurs plus ou moins semblables au niveau de tous les habitats variant entre 0.84 et 0.91 (Tab. 20), ce qui explique que les effectifs des espèces ont tendance à être en équilibre entre eux au cours des 30 mois. La pelouse révèle une valeur légèrement élevée de 0.91 par rapport à celle notée dans les six types d'habitats.

#### 4.2.2.5.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées dans les différents types d'habitats

Les valeurs de la richesse totale et moyenne des espèces lépidofaune dans les six habitats du P.N.T.E.H sont présentées dans le tableau 21. La richesse totale de la pelouse est égale à 77 espèces. Elle est moins importante dans la cédraie (Tab. 20). La richesse moyenne dans la pelouse est de 0.77 espèces et dans la cédraie elle est de 0.7. Dans la zénaie, la richesse totale est de 60 espèces avec une richesse moyenne de 0.60 espèces. La richesse de la subéraie est de 44 espèces et la richesse moyenne est de 0.44 espèces. Dans la yeusaie, la richesse est de 47 espèces et la richesse moyenne est de 0.47. Avec une richesse

totale de 38 espèces et une richesse moyenne de 0.38, la pinaie présente les valeurs les moins importantes par rapport aux autres habitats.

#### 4.2.2.5.5.- Effectifs de la composition lépidoptériques

La composition lépidoptérique analysée à partir de nombre des espèces révèle également des proportions différentes.

La pelouse dominante en nombre (400 individus), Elle est suivie par la cédraie 393, puis la zénaie 286. La Subéraie et la yeusaie affichent un effectif de 238 et 182 individus respectivement. La pinaie présente avec un effectif relativement plus faible 106 individus. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre de familles. Huit espèces sont représentées par des doubletons (2 individus) et sept espèces par des singletons (1 seul individu). Il apparait clairement que certaines espèces sont nettement moins nombreuses et moins diversifiées et nécessitent un intérêt tout particulier dans le cadre de préservation et de conservation de ces milieux forestiers.

**Tableau 20. Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques dans les différents types d'habitat en fonction des espèces**

Espèces	Type d'habitat					
	Cédraie	Zénaie	Subéraie	Yeusaie	Pinaie	Pelouse
N	393	286	238	182	106	400
S	70	60	44	47	38	77
Sm	0,7	0,6	0,44	0,47	0,38	0,77
FO %	70	60	44	47	38	77
H' (bits)	5,34	5,05	4,76	4,65	4,56	5,72
H' max.	6,13	5,91	5,46	5,55	5,25	6,27
E	0,87	0,85	0,87	0,84	0,87	0,91

S : richesse total ; Sm : richesse moyenne H' : indice de diversité ; H' max. : Indice de diversité maximale exprimé bits; E : Equitabilité ; FO % : Fréquence d'occurrence.

#### 4.2.2.6.- Etude indicielle des communautés lépidoptérique dans les six habitats en fonction des familles.

##### 4.2.2.6.1.- Indice de Shannon H' (bits)

Dans la présente recherche, nous notons que la diversité de Shannon (H' bits) dépasse pour l'ensemble des six types d'habitats la valeur de 2. cette valeur est faible en comparaison à celle qui a calculé pour les espèces. La diversité de Shannon la plus élevée est

notée dans la pelouse avec 3.01 bits, suivie par celle observée dans la pinaie avec 2.77 bits. La cédraie enregistre 2.7 bits, Quant à la yeusaie et zénaie, elles affichent des valeurs plus au moins modérée respectivement 2.55 et 2.26 bits, Alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans la suberaie avec 2.01 bits. (Tab.21).

#### **4.2.2.6.2.- Indice de diversité H'max. (bits)**

Au cours des trente mois de prospection, la pelouse impose encore une fois sa présence avec une diversité maximale très élevées avec 6.27 bits. La cédraie vient en 2<sup>ème</sup> Position avec 6.13 bits. La zénaie présente avec 5.91 bits. Pour la yeusaie, nous avons noté la valeur 5.55 bits. Suivies de la subéraie 5.46 bits. Enfin, la pinaie présente la valeur la plus faible avec 5.25 (Tab.21).

#### **4.2.2.6.3.- Indice d'équitabilité E**

En ce qui concerne l'équitabilité notée pour les différents habitats en fonction des familles, les valeurs de l'indice d'équitabilité (E) sont inférieures à 50 % ( $E > 0,5$ ) pour tous les habitats à l'exception de la pinaie, ce qui montre un certain déséquilibre dans la répartition des effectifs des familles de lépidoptères. A cet effet, la pinaie s'avère la plus équilibré, ou nous avons enregistré 0,53.

#### **4.2.2.6.4.- Richesse totale et moyenne des espèces capturées dans les différents types d'habitats**

La richesse totale (S) des lépidoptères notés dans les six habitats fluctue entre 11 et 19 espèces. La pelouse est la mieux représenté par rapport aux autres habitats (19 espèces) avec une richesse moyenne de 100 espèces. Suivie par la cédraie, la richesse totale est de 14 espèces avec une richesse moyenne de 73.68 espèces. Dans la zénaie, la richesse totale est de 13 espèces avec une richesse moyenne de 68.42 espèces. La pinaie et la yeusaie avec une richesse totale est de 11 espèces et la richesse moyenne est de 57.89 espèces pour chacune, Par contre, cette richesse totale est plus faible dans la suberaie avec 9 espèces et la richesse moyenne est de 47.36 espèces.

#### 4.2.2.6.5.- Effectifs des familles lépidoptériques capturées dans les différents types d'habitats

L'étude des familles de lépidofaune par les différentes méthodes de piégeage montre la présence de 19 familles à pelouse puis vient la cédraie avec 14 familles, alors que la zénaie affiche un nombre de 13 familles. La yeusaie et pinaie enregistrent 11 familles, la subéraie présente un nombre relativement plus faible de 09 familles.

Au cours de cette même période, dans la pinaie le nombre d'individus trouvés est trois fois plus faible avec 106 seulement (Tab.21). Dans la cédraie, la zénaie et la suberaie, l'effectif est de 393, 286 et 238 individus respectivement. Par contre dans la yeusaie le nombre de lépidoptères piégés est beaucoup moins important avec 182 individus à peine. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre de familles. Une famille est représentée par un doubleton (Sesiidae) et deux familles par des singletons (Cossidae et Oecophoridae).

**Tableau 21. Descripteurs numériques des peuplements lépidoptériques selon les six types d'habitats en fonction des familles.**

Familles	Type d'habitat					
	Cédraie	Zénaie	Suberaie	Yeusaie	Pinaie	Pelouse
N	393	286	238	182	106	400
S	14	13	9	11	11	19
Sm	73,68	68,42	47,36	57,89	57,89	100
Sm /30	0,46	0,43	0,3	0,36	0,36	0,63
FO%	46,66	43,33	30	36,66	36,66	63,33
H' (bits)	2,7	2,26	2,01	2,55	2,77	3,01
H max	6,13	5,91	5,46	5,55	5,25	6,27
E	0,44	0,38	0,37	0,46	0,53	0,48

S : richesse total ; Sm : richesse moyenne H' : indice de diversité ; H'max. : Indice de diversité maximale exprimé bits; E : Equitabilité ; FO% : Fréquence d'occurrence.

#### 4.2.2.7.- Fréquence d'occurrence (FO%) des espèces par familles de lépidoptère dans les différents types d'habitats

A partir des valeurs des fréquences d'occurrence des espèces présentes dans les six types d'habitats étudiés, nous avons recherché à comprendre comment se répartit chaque famille dans l'ensemble des prélèvements. Nous avons résumé l'ensemble des résultats dans

le (Tab.22). L'indice de Sturge utilisé dans les familles du peuplement global récolté durant la période d'étude, ont permis d'obtenir 5 classes de constance avec un intervalle de 8 %.

**Tableau 22.** Fréquences d'occurrences globales (FO%) des familles d'espèces lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 30 mois de l'année 2015/2017 selon le type d'habitat.

Familles	Nbre apparition des Familles	FO (%)	Catégories
<b>Alucitidae</b>	4	13,33	rare
<b>Oecophoridae</b>	1	3,33	très rares
<b>Pterophoridae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Cossidae</b>	1	3,33	très rares
<b>Sesiidae</b>	1	3,33	très rares
<b>Heterogynidae</b>	2	6,67	très rares
<b>Zygaenidae</b>	3	10,00	rare
<b>Papilionidae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Hesperiidae</b>	4	13,33	rare
<b>Pieridae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Lycaenidae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Nymphalidae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Pyralidae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Crambidae</b>	2	6,67	très rares
<b>Sphingidae</b>	4	13,33	rare
<b>Geometridae</b>	4	13,33	rare
<b>Notodontidae</b>	3	10,00	rare
<b>Erebidae</b>	6	20,00	assez rare
<b>Noctuidae</b>	6	20,00	assez rare

Pour l'étude de la fréquence d'occurrence des familles recenser au niveau des dix cantons (Tab. 4) l'indice de Sturge est utilisé. Il a permis d'avoir 3 classes de constance avec un intervalle de 8 %.

L'intervalle  $0\% < F.O. \% \leq 8\%$  correspond à la classe de constance des espèces très rares.

L'intervalle  $8\% < F.O. \% \leq 16\%$  renferme les espèces rares.

L'intervalle  $16\% < F.O. \% \leq 24\%$  regroupe les espèces assez rares.

L'intervalle  $24\% < F.O. \% \leq 32\%$  réunit les espèces accidentelles.

L'intervalle  $32\% < F.O. \% \leq 40\%$  englobe aux espèces assez accidentelles.

L'intervalle  $40\% < F.O. \% \leq 48\%$  regroupe les espèces accessoires.

L'intervalle  $48\% < F.O. \% \leq 56\%$  correspond aux espèces peu régulières

L'intervalle  $56\% < F.O. \% \leq 64\%$  contient les espèces régulières.

L'intervalle  $64\% < F.O. \% \leq 72\%$  correspond aux espèces très régulières.

L'intervalle  $72 \% < \text{F.O.} \% \leq 80 \%$  représente les espèces peu constantes.

L'intervalle  $80 \% < \text{F.O.} \% \leq 88 \%$  rassemble les espèces constantes.

L'intervalle  $88 \% < \text{F.O.} \% \leq 96 \%$  correspond aux espèces fortement constantes.

L'intervalle  $96 \% < \text{F.O.} \% \leq 100 \%$  rassemble aux espèces omniprésente.

#### 4.2.2.8.- Similarité entre les types d'habitats

A partir du tableau (23), nous avons ressorti la composition spécifique de la lépidofaune, elle varie très peu entre les différents types d'habitats étudiés. 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 lépidoptères de six types d'habitats durant la période de prospection, montre que la valeur de cet indice extrême notée est de 91.66 % pour le couple zénaie et yeusaie. Nous avons remarqué aussi des valeurs élevées ont été enregistrées entre subéraie /yeusaie ; subéraie/ pinaie avec (90%). Cédraie/ zénaie avec (88.88%). cédraie/ pelouse avec (84.84%). il est de 0,81% pour les couples yeusaie/ pinaie ; zénaie/ pelouse. suivie de celle qui rassemble Cédraie/ yeusaie ; cédraie/ pinaie avec un coefficient de (80 %). De 73.33% pour les couples Pinaie/ pelouse ; yeusaie/ pelouse. La zénaie/ pinaie et zénaie/ subéraie présentent des valeurs respectives de (75 %) et de (72.72%). De 69.56 pour le couple cédraie/ subéraie. Par ailleurs, le couple subéraie /pelouse affiche une faible valeur de similarité 64.28%

**Tableau 23.** valeurs du coefficient de similarité de Sorensen appliqué aux Rhopalocère et Hétérocère dans le parc national de Theniet el had selon les différents types d'habitats durant les trente mois d'échantillonnage.

Type d'abitat	cédraie	zénaie	suberaie	yeusaie	pinaie	pelouse
cédraie	100					
zénaie	88,88	100				
suberaie	69,56	72,72	100			
yeusaie	80	91,66	90	100		
pinaie	80	75	90	81,81	100	
pelouse	84,84	81,25	64,28	73,33	73,33	100

#### 4.2.2.9.- Barycentre écologique et amplitude d'habitat des lépidoptères (Rhopalocères et Hétérocères) au niveau des six types d'habitats

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 six types d'habitats (Tab.24). Ce paramètre varie de 1 à n (pour n milieux étudiés). AH vaut 1 quand l'espèce n'est présente que dans un milieu et n quand l'espèce est répandue de manière égale dans les (n) milieux.

**Tableau 24.** Classification des espèces de lépidoptères au moyen des valeurs du barycentre g et de l'amplitude d'habitats AH pour le descripteur « différents types d'habitats » durant la période allant de mars 2015 à août 2017

Espece	cédraie	zénaie	suberaie	yeusaie	piniaie	pelouse	n	g	AH
<i>Alucita hexadactyla</i>	00	00	01	03	01	02	07	4,57	0,97
<i>Esperia sulphurella</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Crombrughia laetus</i>	03	02	04	01	03	03	16	3,5	0,94
<i>Emmelina monodactyla</i>	01	01	03	02	01	03	11	3,90	0,95
<i>Cossus cossus</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Chamaesphexia pechi</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Pyropteron leucomelaena</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Heterogynis penella</i>	00	02	00	00	00	01	03	3,33	0,98
<i>Adscita mauretana</i>	01	01	00	00	00	02	04	3,75	0,98
<i>Zygaena favonia</i>	01	01	00	00	00	02	04	3,75	0,98
<i>Zygaena loyselii</i>	01	01	00	00	00	01	03	3	0,98
<i>Zygaena zuleima</i>	01	01	00	00	00	02	04	3,75	0,98
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	01	00	00	00	00	02	03	4,33	0,98
<i>Zerynthia rumina</i>	03	02	02	01	01	04	13	3,53	0,95
<i>Carcharodus tripolinus</i>	00	00	00	01	00	01	02	5	0,99
<i>Muschampia proto</i>	01	00	00	00	00	01	02	3,5	0,99
<i>Spialia sertorius</i>	01	01	00	01	00	01	04	3,25	0,98
<i>Anthocharis belia</i>	06	03	02	01	01	08	21	3,57	0,92
<i>Aporia crataegi</i>	03	02	02	02	01	06	16	3,87	0,94
<i>Colias croceus</i>	02	02	02	01	00	11	18	4,55	0,93
<i>Euchloe crameri</i>	01	00	00	00	00	02	03	4,33	0,98
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	03	02	01	02	01	06	15	3,93	0,94
<i>Pieris brassicae</i>	13	07	03	01	01	03	28	2,25	0,90
<i>Pieris rapae</i>	12	08	11	14	08	25	78	3,93	0,81
<i>Pontia daplidice</i>	03	03	02	03	01	17	29	4,62	0,90
<i>Pontia glauconome</i>	01	00	00	00	00	02	03	4,33	0,98
<i>Callophrys avis</i>	06	05	03	03	01	12	30	3,8	0,90
<i>Favonius quercus</i>	00	00	01	35	00	00	36	3,97	0,88
<i>Lycaena phlaeas</i>	06	07	03	09	03	11	39	3,74	0,88
<i>Plebejus agestis</i>	03	04	02	01	00	04	14	3,21	0,94
<i>Polymmatius amandus</i>	04	02	06	05	03	08	28	3,89	0,90
<i>Polymmatius escheri</i>	02	02	01	02	04	09	20	4,55	0,92
<i>Polyommatus icarus</i>	02	01	00	01	00	03	07	3,71	0,97
<i>Satyrrium esculi</i>	01	02	01	00	04	08	16	4,75	0,94

<i>Argynnis pandora</i>	05	04	02	07	02	11	31	3,96	0,90
<i>Coenonympha pamphilus</i>	03	01	02	01	00	09	16	4,31	0,94
<i>Hipparchia algirica</i>	26	12	09	11	03	14	75	2,93	0,81
<i>Hipparchia ellena</i>	08	05	01	02	01	07	24	3,16	0,91
<i>Hyponephele lupina</i>	05	03	05	06	01	12	32	3,96	0,89
<i>Lasiommata megera</i>	03	01	01	01	00	09	15	4,4	0,94
<i>Maniola jurtina</i>	08	09	10	08	10	14	59	3,76	0,84
<i>Melanargia lucasi</i>	04	02	03	01	00	06	16	3,56	0,94
<i>Neohipparchia fatua</i>	05	02	03	04	01	06	21	3,57	0,92
<i>Neohipparchia statilinus</i>	03	01	00	00	00	02	06	2,83	0,97
<i>Nymphalis polychloros</i>	16	11	11	04	03	15	60	3,2	0,84
<i>Pararge aegeria</i>	01	02	00	01	00	03	07	3,85	0,97
<i>Pyronia cecilia</i>	04	02	02	01	01	05	15	3,53	0,94
<i>Vanessa atalanta</i>	03	03	02	02	02	09	21	4,14	0,92
<i>Vanessa cardui</i>	04	03	01	00	01	14	23	4,43	0,92
<i>Aglossa pinguinalis</i>	00	00	00	00	00	02	02	6	0,99
<i>Plodia interpunctella</i>	03	02	02	03	01	06	17	3,88	0,93
<i>Pyralis farinalis</i>	04	02	03	02	01	07	19	3,78	0,93
<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	01	03	00	00	00	04	08	3,87	0,96
<i>Synaphe interjunctalis</i>	06	05	00	02	00	04	17	2,82	0,93
<i>Metasia suppandalis</i>	02	00	00	00	00	02	04	3,5	0,98
<i>Hippotion celerio</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Macroglossum stellatarum</i>	02	01	00	01	00	17	21	5,23	0,92
<i>Adactylotis gesticularia</i>	01	00	00	00	00	02	03	4,33	0,98
<i>Colotois pennaria</i>	00	00	00	00	00	01	01	6	0,99
<i>Erannis defoliaria</i>	02	01	00	00	01	02	06	3,5	0,97
<i>Idaea cervantaria</i>	03	01	00	00	00	02	06	2,83	0,97
<i>Idaea ochrata</i>	00	00	00	00	01	01	02	5,5	0,99
<i>Selidosema picturata</i>	01	00	00	00	00	00	01	1	0,99
<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	19	00	00	00	13	00	32	2,62	0,89
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	22	00	00	00	15	03	40	2,87	0,88
<i>Apopestes spectrum</i>	01	00	00	00	00	01	2	3,5	0,99
<i>Catocala conjuncta</i>	21	19	20	14	06	01	81	2,6	0,80
<i>Catocala conversa</i>	24	27	18	11	03	00	83	2,30	0,80
<i>Catocala delilah</i>	04	08	07	01	02	04	26	3,03	0,91
<i>Catocala dilecta</i>	21	17	21	02	01	00	62	2,11	0,83
<i>Catocala hilaris</i>	18	20	13	00	01	00	52	1,96	0,85
<i>Catocala nymphaea</i>	19	24	17	01	00	00	61	2	0,84
<i>Catocala nymphagoga</i>	22	23	12	00	00	00	57	1,82	0,84
<i>Cymbalophora pudica</i>	01	02	00	00	00	05	08	4,37	0,96
<i>Eublemma ostrina</i>	00	01	00	00	00	01	02	4	0,99
<i>Eublemma parva</i>	03	01	00	00	00	02	06	2,83	0,97
<i>Lymantria dispar</i>	02	00	19	00	00	03	24	3,20	0,91
<i>Notarctia proxima</i>	01	00	00	00	00	10	11	5,54	0,95
<i>Acontia lucida</i>	01	00	00	00	00	04	05	4	0,97
<i>Agrotis puta</i>	01	01	00	00	00	01	03	3	0,98
<i>Autographa gamma</i>	00	00	02	01	01	01	05	4,2	0,97
<i>Bryophila domestica</i>	01	00	00	00	00	01	02	3,5	0,99
<i>Dichonia aprilina</i>	00	01	00	01	00	00	02	3	0,99
<i>Episema scillae</i>	05	02	00	03	00	07	17	3,70	0,93
<i>Euxoa rugifrons</i>	02	01	01	01	01	04	10	4	0,96
<i>Pseudopanolis puengeleri</i>	00	01	01	01	00	01	04	3,75	0,98
	<b>393</b>	<b>286</b>	<b>238</b>	<b>182</b>	<b>106</b>	<b>400</b>	<b>1605</b>		

Pour le calcul de  $g$  et de  $AH$ , nous n'avons pas tenu compte des espèces dont nous avons capturé moins de dix individus dans l'ensemble des six habitats considérés. Pour ces espèces "rares", la distribution des individus entre les différents habitats peut en effet être fortement influencée par le hasard. Nous avons choisi une valeur-limite (6) égale au nombre des habitats mais assez basse pour ne pas éliminer toutes les espèces indicatrices qui souvent sont rares.

Au moyen des valeurs de  $g$  et de  $AH$ , nous avons effectué un classement des espèces. Celles-ci ont été ordonnées selon les valeurs croissantes du barycentre et pour une même valeur de celui-ci, selon les valeurs croissantes de l'amplitude d'habitat. Ce classement apparaît au tableau (25).

De manière à permettre d'apprécier la validité des valeurs des paramètres  $g$  et  $AH$ , l'effectif d'individus ( $n$ ) sur lequel ceux-ci ont été calculés, est indiqué pour chaque espèce. En effet, plus ( $n$ ) est grand, plus les valeurs de  $g$  et de  $AH$  sont précises pour la succession étudiée. Afin de répartir les espèces selon leur affinité plus marquée pour un stade de la succession considérée, nous avons délimité des classes au moyen des valeurs suivantes de  $g$  : 1,5 ; 2,5 ; 3,5 ; 4,5 ; 5,5 ; 6,5 ; 7,5. La plus ou moins grande inféodation des espèces à un biotope peut, elle, être visualisée par la valeur de l'amplitude d'habitat.

A l'examen du tableau (25), nous constatons que chaque habitat possède des espèces préférentielles. Cependant, sur les 86 espèces prises en considération, presque la moitié caractérise la pelouse et la cédraie. De plus, ces deux habitats et la zénaie attirent les trois quart des espèces. La prise en compte de toutes les espèces (86) confirme ces constatations. A titre indicatif, remarquons que les nombres d'espèces exclusives (c-à-d n'ayant été capturées que dans un habitat) indiquent une tendance légèrement différente puisqu'ils ont pour valeur (pour les 86 espèces): 1, 6, 18, 42, 7,9 Respectivement pour les 6 habitats de la succession. Le barycentre moyen pour les 86 espèces les plus abondantes est de 3.81.

Le tableau (25) nous apprend aussi qu'aucune espèce n'est répandue dans les 6 habitats de manière égale ( $AH = 6$ ). 27 espèces d'ailleurs (sur les 86) sont ubiquistes. Il se produit donc un renouvellement pratiquement complet du peuplement entre la première et la dernière habita. L'amplitude d'habitat moyenne pour les 86 espèces les plus abondantes est seulement de 0,94. Les valeurs de  $AH$  les plus élevées concernent les espèces suivantes:

*Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphexia pechi*, *Pyropteron leucomelaena*, *Carcharodus tripolinus*, *Muschampia proto*, *Aglossa pinguinalis*, *Hippotion celerio*, *Colotois*

*pennaria*, *Idaea ochrata*, *Selidosema picturata*, *Eublemma ostrina*, *Dichonia aprilina*, *Bryophila domestica*. Seules ces quatorze espèces ont une amplitude d'habitat égal 0.99.

Généralement, nous notons que les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent la pelouse, cédraie, zénaie. Dans les autres habitats (subéraie, yeusaie et pinaie), l'amplitude d'habitat est faible en moyenne. Ces trois habitats renferment surtout des espèces « spécialistes », alors que la pelouse, cédraie, zénaie renferment, eux, des espèces plus ou moins « généralistes ».

**Tableau 25.** 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 de mars 2015 à août 2017

Espèces préférant la Cédraie				entre 1 et < 1,5					
Espèces	cédraie	zénaie	subéraie	yeusaie	pinaie	pelouse	n	g	AH
<i>Selidosema picturata</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0,99
				entre 1,5 et < 2,5					
Espèces	cédraie	zénaie	subéraie	yeusaie	pinaie	pelouse	n	g	AH
<i>Pieris brassicae</i>	13	7	3	1	1	3	28	2,3	0,9
<i>Catocala conversa</i>	24	27	18	11	3	0	83	2,3	0,8
<i>Catocala dilecta</i>	21	17	21	2	1	0	62	2,1	0,83
<i>Catocala hilaris</i>	18	20	13	0	1	0	52	2	0,85
<i>Catocala nymphaea</i>	19	24	17	1	0	0	61	2	0,84
<i>Catocala nymphagoga</i>	22	23	12	0	0	0	57	1,8	0,84
Espèces préférant la Cédraie, Zénaie et pelouse				entre 2,5 et < 3,5					
Espèces	cédraie	zénaie	subéraie	yeusaie	pinaie	pelouse	n	g	AH
<i>Heterogynis penella</i>	0	2	0	0	0	1	3	3,3	0,98
<i>Zygaena loyselii</i>	1	1	0	0	0	1	3	3	0,98
<i>Spialia sertorius</i>	1	1	0	1	0	1	4	3,3	0,98
<i>Plebejus agestis</i>	3	4	2	1	0	4	14	3,2	0,94
<i>Hipparchia algerica</i>	26	12	9	11	3	14	75	2,9	0,81
<i>Hipparchia ellena</i>	8	5	1	2	1	7	24	3,2	0,91
<i>Neohipparchia statilinus</i>	3	1	0	0	0	2	6	2,8	0,97
<i>Nymphalis polychloros</i>	16	11	11	4	3	15	60	3,2	0,84
<i>Synaphe interjunctalis</i>	6	5	0	2	0	4	17	2,8	0,93
<i>Idaea cervantaria</i>	3	1	0	0	0	2	6	2,8	0,97
<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	19	0	0	0	13	0	32	2,6	0,89
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	22	0	0	0	15	3	40	2,9	0,88

<i>Catocala conjuncta</i>	21	19	20	14	6	1	81	2,6	0,8
<i>Catocala delilah</i>	4	8	7	1	2	4	26	3	0,91
<i>Eublemma parva</i>	3	1	0	0	0	2	6	2,8	0,97
<i>Lymantria dispar</i>	2	0	19	0	0	3	24	3,2	0,91
<i>Agrotis puta</i>	1	1	0	0	0	1	3	3	0,98
<i>Dichonia aprilina</i>	0	1	0	1	0	0	2	3	0,99
<b>Espèces préférant la Cédraie et pelouse</b>				<b>entre 3,5 et &lt; 4,5</b>					
<b>Espèces</b>	<b>cédraie</b>	<b>zénaie</b>	<b>subéraie</b>	<b>yeusaie</b>	<b>pinaie</b>	<b>pelouse</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Crombrugghia laetus</i>	3	2	4	1	3	3	16	3,5	0,94
<i>Emmelina monodactyla</i>	1	1	3	2	1	3	11	3,9	0,95
<i>Adscita mauretana</i>	1	1	0	0	0	2	4	3,8	0,98
<i>Zygaena favonia</i>	1	1	0	0	0	2	4	3,8	0,98
<i>Zygaena zuleima</i>	1	1	0	0	0	2	4	3,8	0,98
<i>Iphiclides feisthamelii</i>	1	0	0	0	0	2	3	4,3	0,98
<i>Zerynthia rumina</i>	3	2	2	1	1	4	13	3,5	0,95
<i>Muschampia proto</i>	1	0	0	0	0	1	2	3,5	0,99
<i>Anthocharis belia</i>	6	3	2	1	1	8	21	3,6	0,92
<i>Aporia crataegi</i>	3	2	2	2	1	6	16	3,9	0,94
<i>Euchloe crameri</i>	1	0	0	0	0	2	3	4,3	0,98
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	3	2	1	2	1	6	15	3,9	0,94
<i>Pieris rapae</i>	12	8	11	14	8	25	78	3,9	0,81
<i>Pontia glauconome</i>	1	0	0	0	0	2	3	4,3	0,98
<i>Callophrys avis</i>	6	5	3	3	1	12	30	3,8	0,9
<i>Favonius quercus</i>	0	0	1	35	0	0	36	4	0,88
<i>Lycaena phlaeas</i>	6	7	3	9	3	11	39	3,7	0,88
<i>Polymmatius amandus</i>	4	2	6	5	3	8	28	3,9	0,9
<i>Polyommatus icarus</i>	2	1	0	1	0	3	7	3,7	0,97
<i>Argynnis pandora</i>	5	4	2	7	2	11	31	4	0,9
<i>Coenonympha pamphilus</i>	3	1	2	1	0	9	16	4,3	0,94
<i>Hyponephele lupina</i>	5	3	5	6	1	12	32	4	0,89
<i>Lasiommata megera</i>	3	1	1	1	0	9	15	4,4	0,94
<i>Maniola jurtina</i>	8	9	10	8	10	14	59	3,8	0,84
<i>Melanargia lucasi</i>	4	2	3	1	0	6	16	3,6	0,94
<i>Neohipparchia fatua</i>	5	2	3	4	1	6	21	3,6	0,92
<i>Pararge aegeria</i>	1	2	0	1	0	3	7	3,9	0,97
<i>Pyronia cecilia</i>	4	2	2	1	1	5	15	3,5	0,94
<i>Vanessa atalanta</i>	3	3	2	2	2	9	21	4,1	0,92
<i>Vanessa cardui</i>	4	3	1	0	1	14	23	4,4	0,92
<i>Plodia interpunctella</i>	3	2	2	3	1	6	17	3,9	0,93

<i>Pyralis farinalis</i>	4	2	3	2	1	7	19	3,8	0,93
<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	1	3	0	0	0	4	8	3,9	0,96
<i>Metasia suppanalis</i>	2	0	0	0	0	2	4	3,5	0,98
<i>Adactylotis gesticularia</i>	1	0	0	0	0	2	3	4,3	0,98
<i>Erannis defoliaria</i>	2	1	0	0	1	2	6	3,5	0,97
<i>Apopestes spectrum</i>	1	0	0	0	0	1	2	3,5	0,99
<i>Cymbalophora pudica</i>	1	2	0	0	0	5	8	4,4	0,96
<i>Eublemma ostrina</i>	0	1	0	0	0	1	2	4	0,99
<i>Acontia lucida</i>	1	0	0	0	0	4	5	4	0,97
<i>Autographa gamma</i>	0	0	2	1	1	1	5	4,2	0,97
<i>Bryophila domestica</i>	1	0	0	0	0	1	2	3,5	0,99
<b>Espèces préférant la pelouse</b>			<b>entre 4,5 et &lt; 5,5</b>						
<b>Espèces</b>	<b>cédraie</b>	<b>zénaie</b>	<b>subéraie</b>	<b>yeusaie</b>	<b>pinaie</b>	<b>pelouse</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Alucita hexadactyla</i>	0	0	1	3	1	2	7	4,6	0,97
<i>Carcharodus tripolinus</i>	0	0	0	1	0	1	2	5	0,99
<i>Colias croceus</i>	2	2	2	1	0	11	18	4,6	0,93
<i>Pontia daplidice</i>	3	3	2	3	1	17	29	4,6	0,9
<i>Polymmatius escheri</i>	2	2	1	2	4	9	20	4,6	0,92
<i>Satyrium esculi</i>	1	2	1	0	4	8	16	4,8	0,94
<i>Macroglossum stellatarum</i>	2	1	0	1	0	17	21	5,2	0,92
<b>Espèces préférant la pelouse</b>			<b>entre 5,5 et &lt; 6,5</b>						
<b>Espèces</b>	<b>cédraie</b>	<b>zénaie</b>	<b>subéraie</b>	<b>yeusaie</b>	<b>pinaie</b>	<b>pelouse</b>	<b>n</b>	<b>g</b>	<b>AH</b>
<i>Esperia sulphurella</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Cossus cossus</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Chamaesphecia pechi</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Pyropteron leucomelaena</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Aglossa pinguinalis</i>	0	0	0	0	0	2	2	6	0,99
<i>Hippotion celerio</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Colotois pennaria</i>	0	0	0	0	0	1	1	6	0,99
<i>Idaea ochrata</i>	0	0	0	0	1	1	2	5,5	0,99
<i>Notarctia proxima</i>	1	0	0	0	0	10	11	5,5	0,95

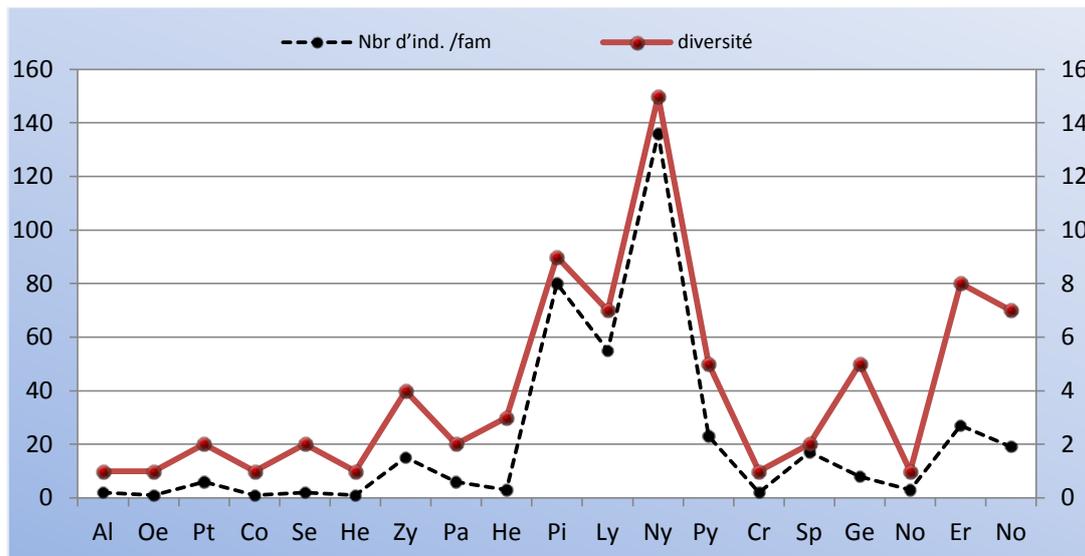
Le barycentre  $g_6$  précise la place des espèces le long du gradient végétal. L'amplitude d'habitat AH6 mesure la largeur de leurs habitats écologiques pour le facteur toit de la formation. Tenant compte du tableau (25), les valeurs moyennes de AH sont d'ailleurs les suivantes, pour les six types d'habitats:

L'indice  $g_6$  permet de distinguer 6 catégories (groupes) d'espèces :

- Les espèces à  $g_6$  (1 à 1.5) ; (1.20 % du nombre total d'espèces): ce groupe composé seulement par une seule espèce *Selidosema picturata* ce qui veut dire que cette espèce trouve son optimum de développement dans la Cédraie avec un AH moyenne de 0.99, donc l'espèce est spécialiste stricte.
- Les espèces à  $g_6$  (1.5 à 2.5) : ce groupe constitué par 6 espèces dites « spécialiste » ; (7.23 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant la Cédraie, zénaie et subéraie avec une faible valeur de AH moyenne de 0.84 traduit un degré élevé de spécialisation.
- Les espèces à  $g_6$  (2.5 à 3.5) : ce groupe réunit 18 espèces dites « généraliste» (21.69 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant la Cédraie, Zénaie et pelouse avec un AH moyenne de 0.92
- Les espèces à  $g_6$  (3.5 à 4.5) : ce groupe constitué par 42 espèces dites « généraliste» (50.60 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant la Cédraie et pelouse avec un AH moyenne de 0.94
- Les espèces à  $g_6$  (4.5 à 5.5) : ce groupe composé par 7 espèces dites « généraliste» (8.43 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant la pelouse avec un AH moyenne de 0.94
- Les espèces à  $g_6$  (5.5 à 6.5) : ce groupe renferme 9 espèces dites « généraliste» (10.84 % du nombre total d'espèces). Espèces préférant la pelouse avec un AH moyenne de 0.99.

## 4.2.2.10.- Classement des espèces par habitat

- Clairière



**Figure 60.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la clairière.

Sur ce type d'habitat, nous avons recensé 77 espèces réparties entre toutes les familles que nous avons déjà trouvées, celles des Nymphalidae qui dominent avec 136 individus, suivies par celles des Pieridae (80 individus), les Lycaenidae (55 individus), Erebididae (27 individus), Pyralidae (23 individus), Noctuidae (19 individus), Sphingidae (17 individus), Zygaenidae (15 individus). Puis les autres familles sont moins fréquentes allant de 1 à 8 individus (Fig.60). Les espèces les plus abondantes dans ce type d'habitat citons la Piéride de la Rave *Pieris rapae* (25), *Pontia daplidice* et *Macroglossum stellatarum* avec (17) individus chacun, *Nymphalis polychloros* (15), *Vanessa cardui*, *Maniola jurtina* et *Hipparchia algirica* (14) individus chacun, *Callophrys avis*, *Hyponephele lupina* (12) individus chacun.

Dans le total de 78 individus de *Pieris rapae*, nous comptons 25 individus soit (32.05 %) dans la clairière, entre 17 et 10 % pour le reste des habitats. Selon **Tarrier et Delacre (2008)**, cette espèce est polyphage et omniprésente dans tous les écosystèmes. La répartition des spécimens papillon montre qu'ils sont généralement enregistrés au printemps, en été et en automne et que la plupart des espèces se trouvent presque dans tous les habitats interrogés.

Il nous semble que cet habitat est particulièrement favorable à certaines espèces telles que *Hyponephele lupina*, **Bachelard et Morel (2008)**, *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphecia pechi*, *Pyropteron leucomelaena*, *Aglossa pinguinalis*, *Hippotion celerio*, *Colotois pennaria*.

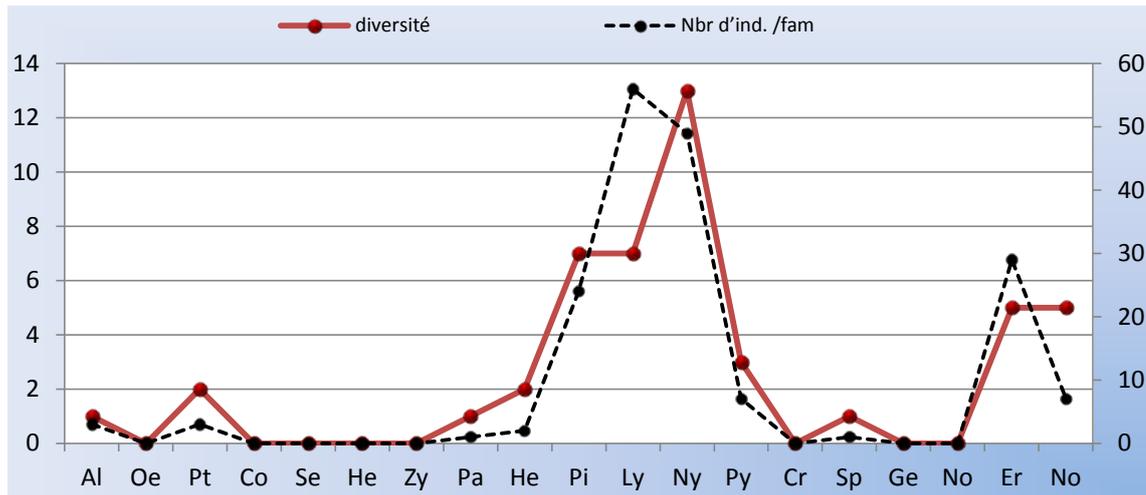
En outre, les papillons réagissent rapidement aux changements, exemple l'abondance ou la répartition des plantes alimentaires larvaires ou des ressources de nectar pour les adultes (**Sutcliffe et al., 2003**). En effet, les sources de nectar diminuent à la fois par la réduction de la floraison et par 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 influentes sur la répartition et l'abondance des papillons.

Il apparaît clairement que la clairière est une des habitats les plus riches soit par la diversité soit par le nombre d'individus de papillon (tableau). Parmi ceux qui ont été prospectés et ce pour plusieurs raisons :

Une diversité floristique riche où la présence de la source d'eau « Ain Harhara », principales pour la plupart des Nymphalides (15 espèces), ce qui explique la richesse de cette habitats sur ces familles. Cette dernière est dominée deux strates ; l'une Arbrisseau et l'autre herbacée. La strate herbacée est dense, riche en Astéracées telle que *Bellis annua*, *Carlina corymbosa*, *Galactites tomentosa*, *gummifera*, les Poaceae, les Fabacées, les Apiacées, les Papaveracea, les Caryophyllaceae, les Orchidaceae, les Apiaceae, les Plantaginaceae, les Amaryllidaceae, les Iridaceae, les Liliaceae (**Belkaid, 1988**).

D'après **Claud (1995)** les Rhopalocères (papillons de jour) vivent surtout au niveau des strates herbacées et arbustives. Toutefois, certains ont leurs chenilles sur divers arbres tels que le Chêne. À l'état adulte, ceux-ci se posent volontiers sur une fleur près d'une flaque d'eau ou plus curieusement sur des matières en décomposition. Alors que les Hétérocères (papillons de nuit) sont surtout des espèces inféodées aux arbres et arbustes ou aux plantes basses des milieux humides. Leur recherche se fait lorsque le temps est calme et doux sans humidité excessive. **Chakali et Ghalem (2008)** notent que certaines espèces sont capables d'attaquer l'arbre sur pied et sont dits Primaires. Parmi lesquelles ; le Gâte-bois, *Cossus cossus*. Nous avons trouvé un seul individu de ce dernier, au niveau d'une clairière. Alors que (**Gachi et al., SD**) considéré parmi les plus redoutables et les insectes inféodés au chêne liège.

- La yeusaie



**Figure 61.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la yeusaie

Chêne vert : il se présente comme une futaie dans le versant nord et en taillis dans le versant sud, il occupe les parties inférieures de ces deux versants. (Zedek, 1993) La superficie globale est estimée à 1000 ha. Son abondance, sa répartition, son importance écologique et sa faune relativement méconnue ont constitué les principales raisons de l'étude.

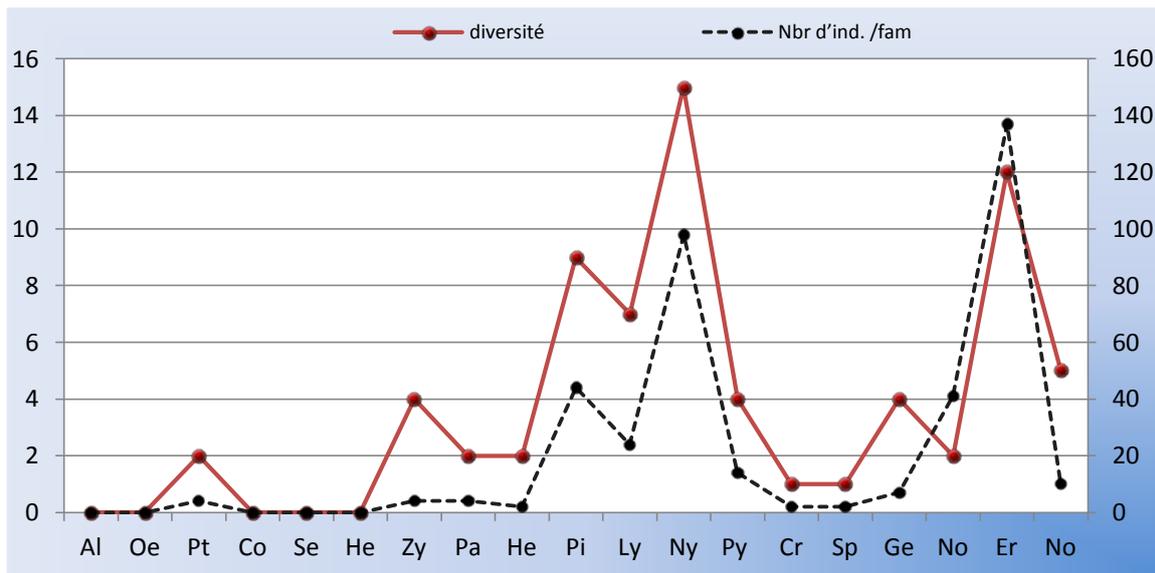
Onze familles de papillons sont notées dans la yeusaie (Fig.61).dont la famille la mieux représentée est celle des Lycaenidae avec un total de (56 individus), suivi par les Nymphalidae (49 individus) et Erebidae (29 individus). Parmi les espèces de papillons les plus abondantes sont : la Thècle du chêne *Favonius quercus* (35), *Pieris rapae* et *Catocala conjuncta* représente chacun d'eux (14), *Hipparchia algerica* et *Catocala conversa* 11 individus, *Lycaena phlaeas* (09), *Maniola jurtina* (08), *Argynnis pandora* (07). Nous observons également une absence totale de la famille Oecophoridae, Cossidae, Heterogynidae, Sesiidae, Zygaenidae, Crambidae, Notodontidae et Geometridae.

Le Chêne vert joue le rôle éminemment important de zone refuge. On s'aperçoit que lors des fortes chaleurs un grand nombre de papillons se tiennent à l'ombre du feuillage des Chênes vert. Le cas le plus flagrant étant illustré par le Louvet (*Hyponephele lupina*) qui reste la plupart du temps au niveau des branches basses sous le couvert des Chênes vert. Bachelard et Morel (2008).

Dans le total de 36 individus de *Favonius quercus*, nous comptons 35 individus dans la yeusaie et un seul individu dans la subéraie ; les chenilles de *F. quercus* se nourrissent sur les feuilles des ligneux, essentiellement de chênes (Schleicher et al., 2006) et en se basant sur la définition de Manil et al., 2009 ; Une espèce est considérée spécialiste d'un habitat si son

abondance moyenne dans cet habitat est au moins le double de son abondance moyenne sur l'ensemble des autres habitats. L'abondance moyenne des espèces sur chacun des habitats a été calculée comme suit : somme des abondances relevées dans un habitat / nombre de transect effectués dans cet habitat. Et nous pouvons en déduire que cette espèce est considérée spécialiste de *quercus ilex*. D'après (Tolman et Lewington, 1999 ; 2014; Eliasson, 2005) ces espèces hivernent à l'état d'œuf, pondent sur espèces de Chêne à la base des bourgeons, Ne butinent jamais les fleurs, volent en groupes autour la tête d'un grand Chêne ou Frêne (l'arbre 'maître') ; se nourrissent de miellat de pucerons ; descendent pour boire et pour prendre des minéraux quand il fait chaud ; souvent actives le soir. Ils tourbillonnent en groupes de plusieurs individus sur la face exposée au soleil jusqu'en fin de journée ; La Thécla du Chêne fréquente exclusivement les milieux mésophiles et boisés : bosquets, bois et forêts abritant différentes espèces de Chênes (Essayan et al., 2013). Les feuilles du chêne vert sont les plus recherchées par les lépidoptères. Parmi lesquelles ; la Thécla du chêne *Neozephyrus quercus* Bachelard et al., 2008, indique que le Chêne vert joue un rôle important comme zone de refuge. On s'aperçoit que lors des fortes chaleurs un grand nombre de papillons se tiennent à l'ombre du feuillage des Chênes vert. Nos résultats obtenus sont relativement importants en comparaison à d'autres inventaires effectués en Algérie sur chêne vert. A titre d'exemple, nous citons ceux de Saadoun (1989), dans le massif de zaccar (région de Miliana), qui énumère 19 espèces réparties en quatre ordres à savoir les Coléoptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Lépidoptères. Melizi (1988) à répertorié 31 espèces pour 8 ordres au niveau du parc de Belezma (Batna), tandis que 110 espèces ont été citées par Attal-Badreddine (1995), dans le parc national de Chréa, et que Sayah (2003) cite 95 espèces dans les yeuseraies de Bordj-Ghedir. L'inventaire faunistique sur le Chêne vert réalisé par Arahou (2008) dans le Moyen Atlas (Maroc) montre un total de 310 espèces d'insectes, qui ont été prélevées sur différentes parties des arbres; ces espèces appartiennent à 8 ordres différents.les lépidoptères représentent 4.51%.ce pourcentage est très faible par rapport qui a représenté par les coléoptères environ 70% de la faune globale. D'autre étude mené par Benia (2010) dans la forêt de chêne vert « Tafat » de Sétif fait ressortir que l'ordre des coléoptères le plus représentatif avec 29 familles et 71 espèces soit 30 %, tandis que les lépidoptères sont peu représenté avec 9 familles seulement et 18 espèces soit 8%. En peut dire que ce n'est pas un peuplement préfère par la majorité des lépidoptères, en comparaison de notre résulta, nous avons signalé une abondance de 11.34 % et une richesse de 14 %. Le pourcentage des espèces lépidoptérique inféodées au Chêne vert est moins important que celui attaché aux autres types d'habitas.

- La cédraie



**Figure 62.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la cédraie

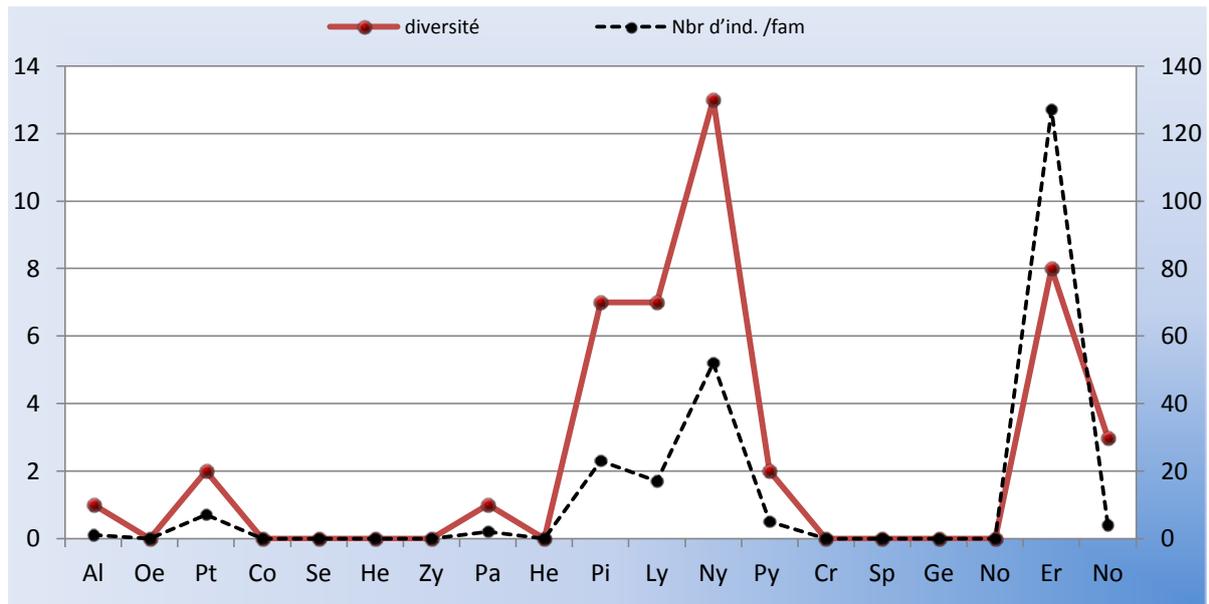
Elle occupe le versant Nord, le recouvrement des peuplements est très important (70-80%). Dans cette strate, la densité est très élevée (400 pieds /ha); La superficie globale est estimée à 1000 ha. (Zedek, 1993)

Treize familles sont capturées aux niveaux de cette habitat dont la famille la mieux représentée est celle des Erebidiae avec 137 individus, suivi par les Nymphalidae (98 individus), les Pieridae (44 individus), les Notodontidae (41 individus). Puis viennent les Lycaenidae avec 24 individus et les autres familles sont faiblement présentés allant de 2 à 14 individus (Fig.62). L'espèce l'Agreste d'Algérie *Hipparchia algirica* qui présente les Nymphalidae, est de loin le plus répandue 34.64%. Le grand nombre de 26 individus parmi les 75, est rencontré dans la cédraie. Les espèces les plus abondantes dans la cédraie sont *Hipparchia algirica* avec (26) individus, suivi de, *Catocala conversa* (24), *Thaumatopoea pityocampa* (22), *Catocala nymphagoga* (22), *Catocala conjuncta* (21), *Catocala dilecta* (21), *Thaumatopoea bonjeani* (19), *Catocala nymphaea* (19), *Catocala hilaris* (18). La cédraie représente le grand nombre de Notodontidae ; 19 individus de *Thaumatopoea bonjeani*, parmi les 32. Et 22 individus de *Thaumatopoea pityocampa*, parmi les 40. Nous observons également une absence totale de la famille Alucitidae, Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae et Heterogynidae. Les recherches sur l'entomologie forestière liée à une essence en Algérie, ont porté surtout sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica*), nous citons à titre d'exemple Peyerimhoff (1919), Kocher (1958), Chararas (1974), Ahmim (1989) dans la cédraie de Tikjda, Chambon et al., (1990). Fabre (1988 ; 1989), Fabre & Khemici (1991)

**Belhadid (2004)** et **Morsli (2005)** dans la cédraie du Chréa, **Talbi (2010)** dans la cédraie du Belezma, **Meziane (2017)** dans la cédraie du Theniet el had...le chêne liège (*Quercus suber*), nous citons, **Ghanem (1992)**, **Benmechri (1994)**, **Demnati (1997)**, **Kerris (1997)**, **Derbal (2000)**, **Bouhraoua (2003)**.... Par contre le chêne vert (*Quercus ilex*), qui présente une vitalité remarquable, et une aire de répartition qui s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen, et particulièrement en Afrique du Nord, et les insectes qui lui sont associés ont fait l'objet de très peu de travaux : **Melizi (1988)**, **Saadoun (1989)**, **Attal- Badreddine (1994)**, **Chacali et al., (2001)**, **Sayah (2003)**. D'une manière générale, la faune lépidoptérique récoltée dans la cédraie reste relativement riche en espèces (70) comparée à d'autres études entomofaunistiques en Algérie comme celle de **Haddar (2007)** dans la cédraie de Chréa, permet d'établir une liste de 100 espèces réparties en 12 ordres et 41 familles. Il ressort de cette analyse que l'ordre le plus représenté est celui des coléoptères avec 15 familles et seulement 5 familles de lépidoptères parmi les principaux espèces sont : *Thaumetopoea pityocampa*, *Gonepteryx rhamni*, *Nymphalis polychloros*. 47 espèces ont été recensées dans la Cèdre de l'Atlas dans la région des Aurès (**Beghami, 2010**) et 56 espèces dans de la Cédraie de Belezma dans la région de Batna (**Talbi, 2010**).

La cédraie de Theniet El Had connaît un dépérissement depuis plusieurs années suites à l'interaction de plusieurs facteurs destructeurs, entre autre les insectes, plus spécifiquement les lépidoptères défoliateurs. La processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* et *Thaumetopoea pityocampa* (**Bentouati 2008**). D'après **Kacha** qui a travaillé en **2009** sur le dépérissement dans le parc national de Theniet El Had (Alger) représente un taux le plus important, est le canton Guerouaou 26.24% suivi par le canton Pré Benchouhra 18.77%. L'existence des arbres réceptifs et affaiblie attirent les espèces agressives et les ravageurs redoutables. Selon **Gachi (1986 ; 1994)** et **Khemici (2001)**, *Thaumetopoea bonjeani* est présente dans toutes les cédraies algériennes : Aurès, Djurdjura, Babors, Theniet El Had, Boutaleb et Chréa. Ces auteurs n'ont cité qu'une espèce : *T. pityocampa*. En juin 1982, une nouvelle chenille processionnaire de cèdre *Thaumetopoea bonjeani* causant des dégâts importants a été signalée dans la cédraie du Belezma (massif des Aurès) avec une forte présence dans ce massif, dont elle avait provoqué une grave défoliation plus de 80% sur plus de 500 ha en 1984 (**Gachi, 1986**). Or qu'en Bulgarie, (**Anonyme, 1984**) et **Rahim, 2015** ont notés la présence des deux *Thaumetopoea bonjeani* et *Thaumetopoea pityocampa* sur la cédraie. Tandis que **Fendil 2007** a signalé la présence d'une autre espèce sur les cônes du cèdre du P.N.T.E.H, *Dioryctria peltieri* (de Joannis, 1908), elle n'est pas citée dans notre inventaire.

- Subéraie



**Figure 63.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la subéraie

La subéraie du parc national de Theniet el had se localise dans le versant sud, plus particulièrement dans les cantons Ourten et Sidi Abdoune. (Zedek, 1993). Sa superficie globale est estimée à 680 ha. Cet habitat est caractérisé par la présence des peuplements à chêne liège, *Quercus suber*, qui occupent des étages altitudinaux supérieurs (plus de 1500 m), qui sont très rare dans le pourtour méditerranéen.

Les familles les plus abondantes dans la subéraie sont de nombre de 9 citons les Erebidae 127 individus (53.36%), les Nymphalidae 52 individus (21.85%), les Pieridae 23 individus (9.66%), les Lycaenidae et Pterophoridae 17 individus chacun soit (7.14 %) (Fig.63). Les espèces les plus abondantes dans la subéraie sont : *Catocala dilecta* (21), *Catocala conjuncta* (20), *Lymantria dispar* (19), *Catocala conversa* (18), *Catocala nymphaea* (17). *Catocala hilaris* (13), *Catocala nymphagoga* (12). Les deux *Catocala* (*C. nymphaea* *C. nymphagoga*) ont été signalé par Arahou (2008) Sur le *Quercus ilex* et *Quercus suber* dans le Moyen Atlas du Maroc en abondance dans toutes les stations prospectées.

Nous observons une absence totale de la famille Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae, Sphingidae, Geometridae, Notodontidae, Nous remarquons également la dominance du *Bombyx dispar*. Dans le total de 24 individus de *Lymantria dispar*, nous comptons 19 individus dans la subéraie. Cette espèce est signalée par Lescomplekt 1984 au niveau du P.N.T.E.H. Les défoliateurs sont les

principaux ravageurs du chêne-liège. Les Notodontidae et les Erebidae, avec plus précisément *Lymantria dispar*, sont les familles qui regroupent la majorité des espèces défoliateurs inventoriées et qui sont responsables pour la majorité des dégâts observés sur les arbres forestiers. Le Bombyx disparate est le lépidoptère qui provoque les dégâts. Parmi les principaux phyllophages qui vivent au dépense du feuillage du chêne-liège autres que *Lymantria dispar* sont *Orgyia trigotephras*, *Catocala nymphagoga*, *Tortrix viridana* et d'autres espèces de la famille des Geometridae (**Chakali et Ghalem 2008**). D'après **Villemant, 2003**, lors de la phase de culmination, la densité des chenilles devient considérable et les surfaces des forêts défoliées peuvent atteindre des dizaines de milliers d'hectares. Elles peuvent se déplacer jusqu'à 30 km par jour (**Jobin, 1979**). Plus la dispersion est importante, plus la population est en bonne santé (**Capinera et Barbosa, 1976**). D'après **Kerris (2001)** Les chênaies Algériennes sont attaquées en permanence, mais de manière épisodique par de nombreux lépidoptères défoliateurs: *Catocala nymphaea*, *Catocala nymphagoga*, *Lymantria dispar*, *Euproctis chrysorrhoea*, *Orgyia trygotephras*, *Tortrix viridana*, *Cydia fragiglanana*.

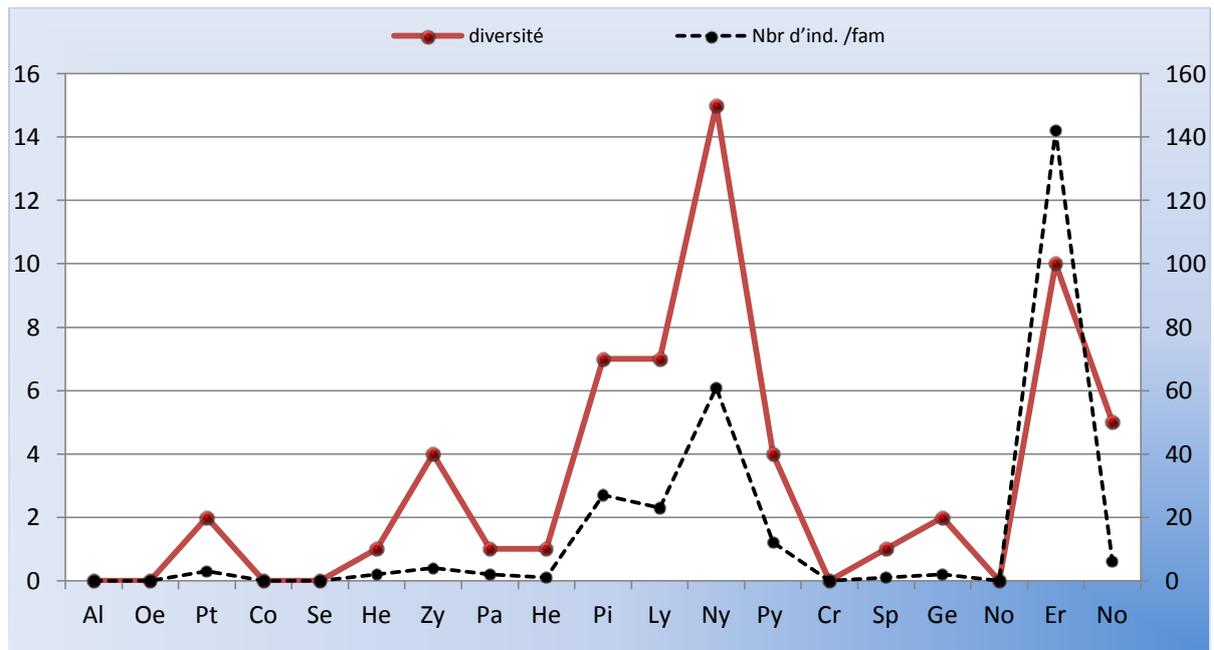
Dans la région méditerranéenne, Le *Lymantria dispar* qui est un insecte polyphage, se retrouve essentiellement sur le chêne-liège et le chêne-vert. Au Nord de l'Europe et aux Etats-Unis, elle peut se développer aussi bien sur résineux que feuillues, soit sur plus de 458 espèces végétales (**Forbusch et Fernald, 1986**). En Yougoslavie, le *Lymantria dispar* vit sur plus de 208 espèces végétales (**Jancovic, 1958**).

En Algérie, La première infestation signalée est celle qui a sévi dans la forêt d'Edough - Annaba, entre 1923 et 1926. Une seconde infestation de l'insecte fût observée à M-sila en 1925 (**Balachowsky, 1935**). Une infestation a ensuite été notée en 1934, dans la chênaie verte de Tlemcen et, enfin en 1961, au Sud-Ouest d'Azazga (**Khous, 1993**).

Au canada, **Jobin (1982)** souligne que deux ou trois pullulations de *L. dispar* pourraient entrainer la mortalité des chênes et qu'une seule défoliation y achèverait un sujet déficient. en juin, en s'attaquant aux fleurs femelles du chêne liège, la spongieuse compromet la fécondation et par conséquent les glandées et la régénération de l'espèce (**Zerala, 1988**)

Notodontidae. Au U.S.A. Une défoliation à 100 %. A fait une perte de la croissance radiale de 40 % et de 50 % En Roumanie une mortalité de 50 % (**Kulman, 1971**); Et en Yougoslavie une forte attaque sur chêne pédonculé de 80 ans, suivi d'une deuxième dé foliation résulte une perte de croissance de l'ordre de 30 %. Ce déficit de production se maintien ou même s'accroît l'année suivant le sinistre (**Klepac, 1959**).

- Zénaie



**Figure 64.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la Zénaie.

Nous la trouvons dans quelques stations peu étendues dont le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord, les 2/3 restent en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis. (Zedek, 1993).

Nous avons recensés 13 familles dont la famille la plus répondeuse est celle des Erebidæ avec 142 individus (49.65%), suivis par les Nymphalidæ 61 individus (21.33%), les Pieridæ 27 individus (9.44%), et les Lycaenidæ 23 individus (8.04%). Les autres familles sont faiblement représentées avec 2 à 12 individus (Fig.64). Les espèces de papillons les plus abondantes dans la zénaie sont : *Catocala conversa* (27), *Catocala nymphaea* (24), *Catocala nymphagoga* (23), *Catocala hilaris* (20), *Catocala conjuncta* (19), *Catocala dilecta* (17). *Catocala conversa* est l'espèce la plus abondante dans la zénaie par rapport aux autres 06 types d'habitats étudiés. Les défoliations du chêne zeen sont dus à la Tordeuse verte ; *Tortrix viridana*, ou à des Phalènes Géométrides : *Cheimatobia*; *Operophtera brumata* et Hibernie ; *Erannis defoliaria*, celles en mai et début du mois de juin sont dus à la Processionnaire du Chêne, alors que ceux de la fin du printemps, les dégâts sont causés par *Bombyx dispar* (*Lymantria dispar*) d'après Malphettes (1990). En effet, une diversité floristique est due à l'hétérogénéité du milieu. Certains auteurs confirment que la diversité spécifique des plantes

peut être par elle-même une cause importante de la diversité de certains peuplements d'insectes (**Barbault, 1981**).

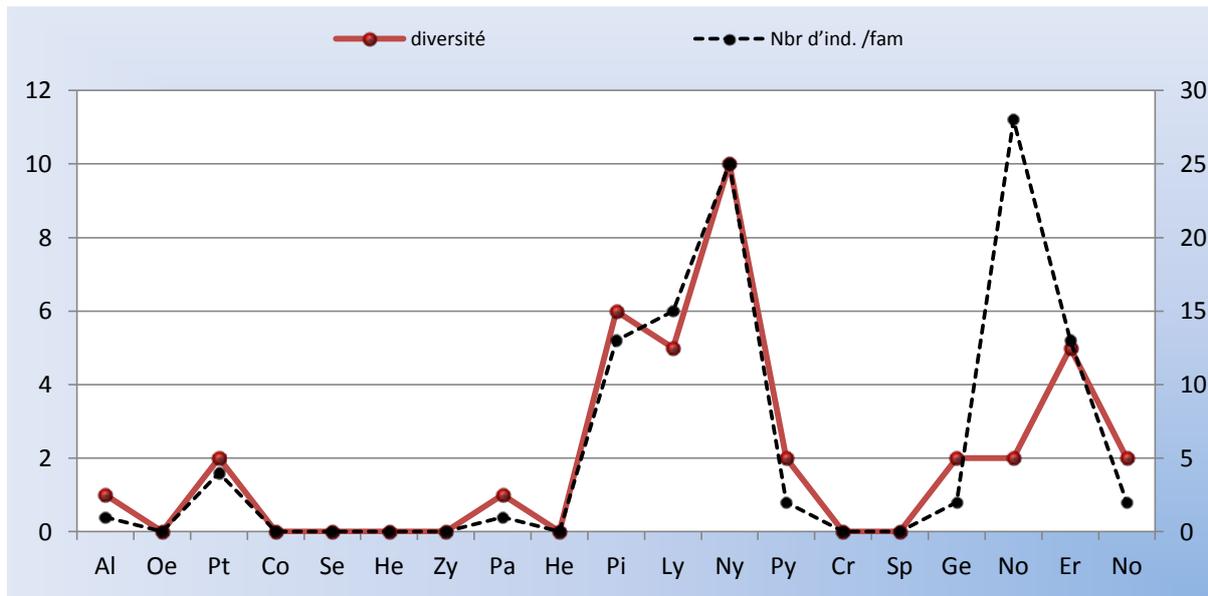
L'action des insectes défoliateurs intervient de façon cyclique sur les peuplements, ce qui peut affaiblir ces derniers et faciliter l'installation des insectes xylophages et des champignons lignivores. Parmi les principales espèces potentiellement dangereuses sont les diverses *Catocala* : *Catocala sponsa*, *C. nymphaea*, *C. nymphagoga*, *C. nupta*, *C. conversa*, *C. dilecta* et *C. elocata*. (**Gachi et al., SD**)

*Catocala nupta* Au repos, en cachant ses ailes postérieures, elle est très bien camouflée sur l'écorce des arbres ; dérangée elle s'enfuit en dévoilant ses ailes rouges et s'abat au sol pour échapper au prédateur éventuel. Colonise les forêts de feuillus humides, les bords des cours d'eau, étangs, forêts alluviales (**Perette et al., 2009**). Forêts claires, haies, jardins et parcs urbains. (**Chinery, 2012**)

Nous observons aussi une absence totale de la famille Notodontidae, Crambidae, Sesiidae, Cossidae et Oecophoridae, Alucitidae. Les défoliations du chêne zeen et dégâts constatés au début ou vers le milieu du mois de mai sont-ils dus aux attaques de la Tordeuse verte *Tortrix viridana* L. ou à des Phalènes (Géométrides : Cheimatobie ; *Operophtera brumata* L. et Hibernie ; *Erannis defoliaria*), ceux visibles vers le début du mois de juin sont-ils dus à la Processionnaire du Chêne, alors que ceux de la fin du printemps sont le fait du Bombyx disparate *Lymantria dispar*. (**Malphettes, 1990**)

Chez les Lépidoptères Noctuelle, dont l'activité se déroule essentiellement la nuit, les stimuli visuels sont peu ou pas présents et les signaux chimiques jouent un rôle essentiel tout au long de leur cycle de vie. La communication chimique permet aux Lépidoptères de repérer leur plante-hôte, de localiser et d'identifier leur partenaire sexuel et de se reproduire dans des conditions favorables à la transmission des gènes qu'ils portent. (**Félix, 2008**)

- Pinède



**Figure 65.** Répartition des familles selon la diversité et le nombre d'individus des espèces dans la Pinède

Elle s'étend sur une superficie de 800 ha, caractérisé par de vieilles futaie, occupant principalement les basses altitudes du versant Nord du canton Guerouaou. Cependant, à la faveur du réchauffement climatique, plusieurs poches sont entrain de se développer dans l'air même du cèdre (Guerouaou) et des chênes (Sidi-Abdoune). (Zedek, 1993)

Sur le pin d'Alep, nous avons recensé 38 espèces réparties entre les 11 familles, celles des Notodontidae qui dominent avec 28 individus, suivies par celles des Nymphalidae (25 individus), les Lycaenidae (15 individus), Erebidae et Pieridae avec 13 individus chacun. Puis les autres familles sont moins fréquentes allant de 1 à 4 individus (Fig.65). Les espèces les plus abondantes dans ce type d'habitat citons *Thaumetopoea pityocampa* (15), *Thaumetopoea bonjeani* (13), *Maniola jurtina* (10) *Pieris rapae* (08). Nous observons également une absence totale de la famille Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae, Sphingidae.

D'après Mirault et Regad (1992) La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) : ce ravageur affecte cycliquement les peuplements de pin du Sud de la France. Lors de ses pullulations, il peut provoquer des défoliations importantes sur pin d'Alep, mais ces dégâts qui entraînent une perte de production ne menacent que très rarement la pérennité des peuplements. La chenille Processionnaire du pin est l'un des ravageurs les plus redoutables du pin d'Alep. Les défoliations occasionnées par cet insecte affaiblissent les arbres attaqués et

provoquent des pertes de croissance et de production considérables (**Demolin et Rive 1968 ; Hervouet 1986 ; Sghaier et al., 1999 ; Jacquet, 2012**). En Algérie, on cite les travaux sur les défoliateurs du pin d'Alep de **Zemmouri (1991)** qui a inventorié une entomofaune importante du pin d'Alep dans la forêt de Bainem (Alger) répartie entre les Coléoptères et les Lépidoptères. Celle de **Kerris (1987)** a estimé les dégâts provoqués par *Rhyacionia buoliana* en Algérie et enfin **Maatoug (1992)** a estimé les dégâts de la Processionnaire du pin au niveau de la forêt de Nador (Tiaret). La présence des espèces de lépidoptères varie selon la structure du végétal considéré. Afin d'avoir une idée sur l'importance de notre inventaire, nous avons effectué une comparaison avec d'autres travaux réalisés en Algérie. D'après une étude réalisée par **Souttou et al., (2015)**, fait ressortir une liste systématique des arthropodes capturés dans le reboisement de pin d'Alep à Chbika willaya de Djelfa. ils ont trouvé un totale de 87 espèces. L'ordre des Hymenoptera qui vient en tête avec 7 familles et 22 espèces et Lepidoptera avec seulement 4 familles et 4 espèces. Par ailleurs **Bakouka (2007)**, suite à son inventaire de l'arthropodofaune dans la forêt de Séhary Guebli, a trouvé que la majorité des espèces recensées dans toutes les stations sont des Hymenoptera avec 28 espèces dans la pinède de reboisement, 15 espèces dans la pinède naturelle. L'ordre des Coleoptera vient en seconde position, suivie par l'ordre des Diptera. **Abidi (2008)** dans le peuplement de pin d'Alep à chêne vert à Séhary Guebli, a répertorié 9 ordres. L'ordre des Hymenoptera et des Diptera sont les plus recensés. Les Hymenoptera représentent une richesse spécifique élevée de 26 espèces (34,2%). Les Diptera renferment 14 espèces (18,4%). Les Homoptera se caractérisent par une richesse spécifique de 12 espèces (15,8%). Enfin l'ordre des Coleoptera occupe la quatrième place avec 10 espèces (13,2%). Par contre la faune lépidoptérique soit nul représente avec une très faible proportion. alors que **Nichane et al., (2013)** n'ont pas signalé aucune espèce lépidoptérique dans la pinède de Monts des Traras (Tlemcen)

## 4.2.2.11.- Exploitation par une analyse factorielle des correspondances dans les six types d'habitats

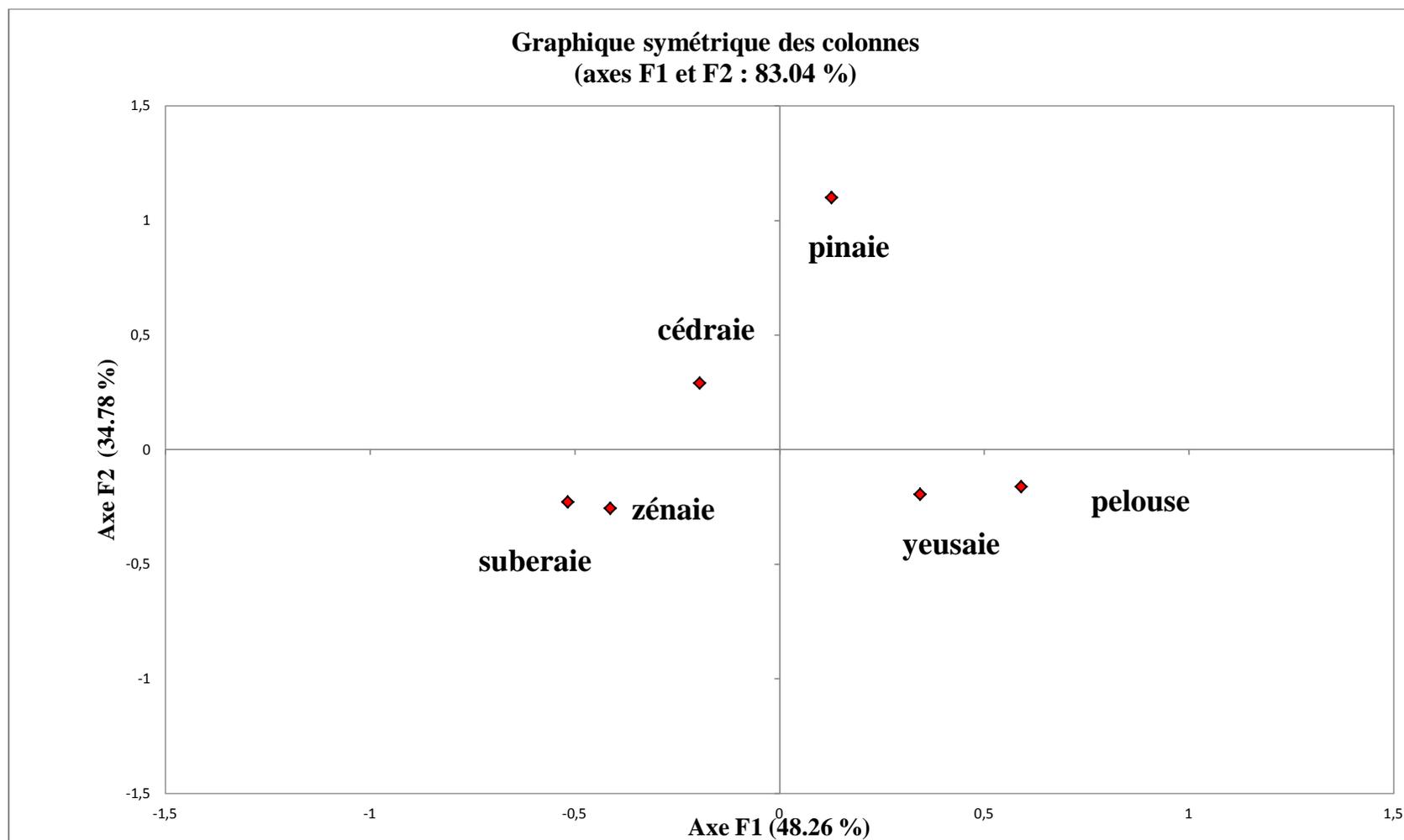


Figure 66. Distribution spatiale du différent habitat tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance

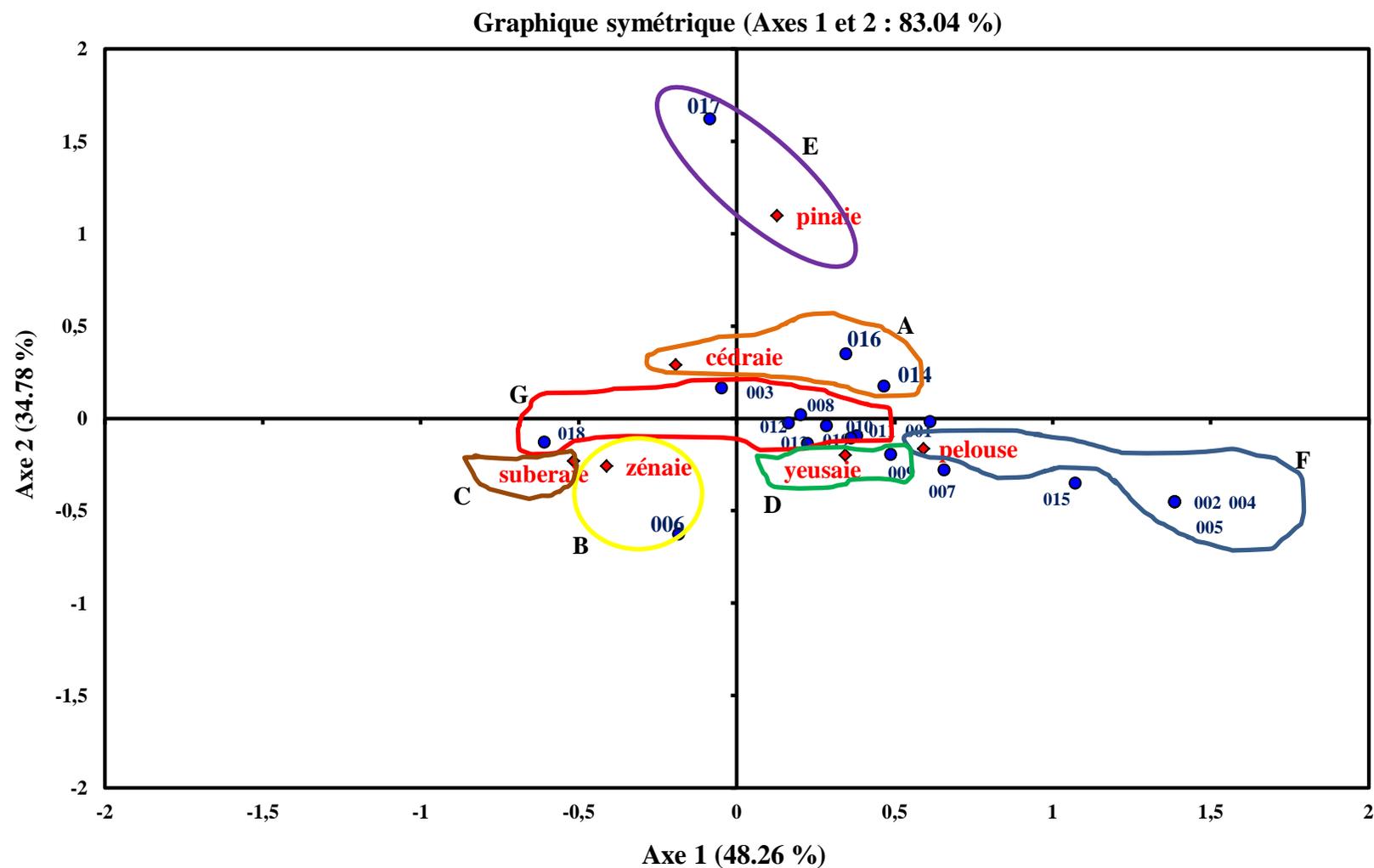


Figure 67. Répartition des espèces inventoriées des familles par cantons, tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance (AFC).

#### **4.2.2.12.- Exploitation des espèces de lépidoptère par famille dans les six types d'habitats du parc national de Theniet el had durant 30 mois d'étude par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)**

Les familles capturées dans les six stations a travers les des différents types d'habitats durant 30 mois d'étude sont présentées sous la forme d'une liste placée en annexe (2) (Fig.67). Cette analyse a pour but de mettre en évidence la répartition des espèces par famille capturées en fonction du différent habitat étudié.

##### **4.2.2.12.1.- Contribution des axes 1 et 2**

La contribution des familles capturées dans les six habitats à l'inertie totale est égale à 48,26 % pour l'axe 1 et 34,77 % pour l'axe 2. La somme de ces deux taux est égale à 83,03 %. La totalité de l'information est renfermée dans le plan des axes 1 et 2.

##### **4.2.2.12.2.- La participation des habitats pour la formation des axes 1 et 2 est la suivante**

**Axe 1 :** La famille Erebidae (018) avec 60,12 % intervient le plus dans la construction de l'axe 1.

**Axe 2 :** De même, c'est la famille Notodontidae (017) avec 89,84 % qui participe le plus dans l'élaboration de l'axe 2.

##### **4.2.2.12.3.- La participation des familles capturées à la formation des axes 1 et 2 est la suivante**

**Axe 1 :** Les familles qui interviennent le plus dans la formation de l'axe 1 ont un taux égal à 48,26 %. Ce sont Erebidae (018) participent avec un taux élevé 60,12 %, Elle est suivie par celle qui participent avec 9,43 %. Lycaenidae (011), Sphingidae (015) avec 8,27 %, Pieridae (010) avec 5,90 %, Nymphalidae (012) avec 3,90 %, Zygaenidae (007), avec 3,41 %, Noctuidae (019) avec 2,17 %, Sesiidae (005) avec 1,32 %, Pyralidae (013) avec 1,09%, Les autres familles interviennent avec des taux plus faibles entre 0,90 et 0,02%.

**Axe 2 :** Les familles qui contribuent le plus dans l'élaboration de l'axe 2 ont un pourcentage égal 83,03%. Ce sont Notodontidae (017) participent avec un taux élevé 89,84 %, Erebidae (018) avec 3,65 %, Sphingidae (015) avec 1,21 %, Geometridae (016) avec 1,11 %, Les autres familles interviennent avec des taux plus faibles entre 0,85 et 0,10 %.

#### 4.2.2.12.4.- Répartition des habitats suivant les quadrants

La cédraie se situe dans le quadrant I, la pinaie dans le quadrant II, la pelouse et la yeusaie sont dans le quadrant III, la Zénaie et la subéraie sont dans le quadrant V. ainsi que tous les types d'habitats dans des quadrants différents ce qui implique que les familles trouvées au cours des habitats diffèrent (Fig.66).

Pour ce qui concerne de la répartition des familles en fonction des quadrants, il est à noter la présence de 11 groupements soit A, B, C, D, E, F et G.

Le groupement **A** rassemble les familles Pterophoridae (003), Zygaenidae (007), Papilionidae (008), Hesperidae (009), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012) Pyralidae (013), Crambidae (014), Sphingidae (015), Geometridae (016), Notodontidae (017), Erebidae (018), Noctuidae (019) Qui apparaisse dans la cédraie. Le groupement **B** concerne les familles Pterophoridae (003), Heterogynidae (006), Zygaenidae (007), Papilionidae (008), Hesperidae (009), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012) Pyralidae (013), Sphingidae (015), Geometridae (016), Erebidae (018), Noctuidae (019) qui sont signalé au niveau de la Zénaie. Le nuage de points **C** est constitué par les familles suivants : Alucitidae (001), Pterophoridae (003), Papilionidae (008), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012) Pyralidae (013), Erebidae (018), Noctuidae (019) Qui apparaissent dans la subéraie. Le groupement **D** renferme les familles Alucitidae (001), Pterophoridae (003), Papilionidae (008), Hesperidae (009), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012) Pyralidae (013), Sphingidae (015), Erebidae (018), Noctuidae (019) qui se trouvent dans Yeusaie. Le groupement **E** est présenté par les familles Alucitidae (001), Pterophoridae (003), Papilionidae (008), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012) Pyralidae (013), Geometridae (016), Notodontidae (017), Erebidae (018), Noctuidae (019) qui sont notées dans la Pinaie. Le nuage de points **F** est constitué par la présence de toutes les familles en note trois familles spécifique de la Pelouse sont Oecophoridae (002), Cossidae (004), Sesiidae (005). Enfin le groupement **G** renferme les familles qui présentent à la fois dans les six types d'habitats. Se sont des familles omniprésentes. Il s'agit Pterophoridae (007), Papilionidae (008), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012), Pyralidae (013), Erebidae (018), Noctuidae (019).

Alucitidae (001) qui n'apparaisse que dans les trois cantons du parc Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep) et Sidi Abdoune (Sia). Le groupement **B** ne renferme que la famille Oecophoridae (002) est signalée dans le canton Pépinière (Pep).

Le groupement **C** concerne les familles Alucitidae (001), Papilionidae (008), Crambidae (014), Geometridae (016), apparaissent dans les huit cantons Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre), Ourten (Our), Djouareb (Djo), Rond point (Ron). Le nuage de points **D** est constitué par la famille Sesiidae (005) qui n'est signalée que dans le canton El Guerouaou (Elg). Le groupement **E** est présenté par la famille Heterogynidae (001) qui est notées uniquement dans le canton Pré-Ben Chouhra (Pre). Le groupement **F** concerne la famille Cossidae (016) spécifique de canton Ourten (Our). Le groupement **G** renferme les familles Zygaenidae (007), Hesperidae (009), Crambidae (014) et Geometridae (016), qui ne sont piégées qu'au niveau de six cantons Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), Sidi Abdoune (Sia), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre) et Rond point (Ron). Le groupement **H** est constitué par la famille Papilionidae (008) qui est capturé dans tous les cantons sauf le canton Ferciouane (Fer). Le groupement **I** est présenté par Zygaenidae (007), Papilionidae (008) et Hesperidae (009) au niveau des huit cantons. Le groupement **J** est composé que par la famille Papilionidae (008) qui se trouve dans les cantons suivant : Kaf Sachine (Kaa), Pépinière (Pep), Sidi Abdoune (Sia), El Guerouaou (Elg), Pré-Ben Chouhra (Pre), Ourten (Our), Djouareb (Djo), Rond point (Ron). Enfin le groupement des points **K** rassemble les familles qui présentent à la fois dans les six types d'habitas. Se sont des familles omniprésentes. En citant Pterophoridae (007), Pieridae (010), Lycaenidae (011), Nymphalidae (012), Pyralidae (013), Sphingidae (015), Notodontidae (017), Erebidae. (018), Noctuidae (019).

#### **4.2.2.13.- Discussion de lépidofaune dans les six types d'habitas du parc national de Theniet el had durant 30 mois**

La faune de lépidoptère récoltée dans les six types d'habitas du parc national de Theniet El Had est composée de dix neuf familles, vingt sept genres et quatre-vingt-six taxons. L'analyse de la composition taxonomique a révélé la présence 05 familles, comportant 37 espèces dont 846 (52.72 %) individus de Rhopalocères et 14 familles, dont 49 espèces déterminées avec 759 individus (47.29 %) d'Hétérocères. Celle des Nymphalidae comptent le nombre d'espèces le plus conséquent avec 15 espèces représentées par 12 genres, soit 17.44% des familles de lépidoptères échantillonnés. En second rang, on trouve la famille des Erebidae avec 12 genres et 13 espèces. La troisième position, avec 12 genres et 9 espèces est occupée par la famille des Pieridae. Les Lycaenidae et Noctuidae viennent en quatrième rang avec 8

espèces chacune. Les Geometridae avec 5 genres et 6 espèces. Pyralidae avec 5 genres et 5 espèces. Zygaenidae avec 2 genres et 4 espèces. Hesperidae avec 3 genres et 3 espèces.

On note la présence des Pterophoridae, Sesiidae, Papilionidae, Sphingidae, Notodontidae avec 2 espèces. Les familles restantes (Alucitidae, Oecophoridae, Heterogynidae, Crambidae) comptent chacune 1 espèce.

L'étude effectuée a montré que la famille des Erebidae est quantitativement le mieux représenté en nombre d'individus (475), il couvre à lui seul un pourcentage de 29.60 % du total des individus récoltés. Au sein des Erebidae, c'est le genre de *Catocala* qui contribue avec le plus grand nombre d'individus avec 422 individus (72.6%) « *C. conjuncta*, *C. conversa*, *C. delilah*, *C. dilecta*, *C. hilaris*, *C. nymphagoga*, *C. nymphaea* ». Les Nymphalidae en deuxième position, avec 421 individus soit un taux de 88.84 %. La troisième position, avec 211 individus est occupée par la famille des Pieridae soit un taux de 13.15 %, et la famille des Lycaenidae avec un taux de 11.84 % (190 individus). Les quinze familles restent, présentent un taux faible varie entre 0.06 et 4.49 %.

Dans la présente étude, la Piéride de la rave (*Pieris rapae*) représente un grand nombre d'effectif (78 individus), soit 9.22% suivi par l'Agreste flamboyant (*Hipparchia algerica*) avec 75 individus, soit 8.87 % dans la quasi-totalité des rhopalocères 846 individus.

*Pieris rapae* C'est l'espèce primo arrivant dans les six habitats durant les trente mois d'étude. En général, il ressort de nos résultats que ce papillon ait des abondances les plus élevées avec une étude comparative celle de **Remini et Moulai (2015)** notent que la Piéride de la rave enregistre un effectif très élevé, est notée comme espèce constante dans la quasi-totalité des cultures. 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. En effet, **Numa et al., (2016)** révèle que la Nymphalidae Agreste flamboyant (*Hipparchia algerica*) a une préoccupation mineure dans la région méditerranéenne. Au sein des hétérocères (759 individus), *Catocala conversa* et *Catocala conjuncta* affichent les effectifs les plus élevées respectivement (83 ind, soit 10.94%), (81 ind, soit 10.67 %).

L'analyse du parc national de Theniet El Had, et plus particulièrement les six types d'habitats d'études choisies par les indices de diversité révèle que le nombre d'individus récoltés dans les six types d'habitats est très variable. La pelouse est la plus riche en individus puisqu'elle renferme 24.92 % de l'effectif total récolté. La cédraie en deuxième lieu avec 24.49 %, en troisième position le zénaie avec 286 individus (17.82 %). puis la subéraie avec 238 individus (14.83 %). suivi par la yeusaie avec 182 individus (11.34 %). et en fin la pinaie avec seulement 106 individus (6.60 %).

*Catocala conversa* et *C. conjuncta* s'avèrent très abondantes 164 individus soit 34.52 % dans les 3 types d'habitats d'étude cédraie 29.16 %, zénaie 30.60 %, subéraie 27.01%. d'après **Speidel et al., 1996** et **Pogue (2012)** leurs répartition en Europe du Sud, Turquie et Afrique du Nord. Tout au long de la Méditerranée zone de forêt sclérophylle. les forêts de chênes à élévations moyennes et plus élevées de la zone tempérée. les adultes des Erebidae ne se nourrissent pas, les larves sont monophages, se nourrissant de chênes.

*Catocala nymphaea*, *C. nymphagoga*, *C. sponsa*, *C. nupta*, *C. conversa*, *C. dilecta* et *C. elocat* sont les principales espèces potentiellement dangereuses pour le chêne liège (**Gachi et al., SD**) *Lymantria dispar* présente un effectif de 24 individus dont 19 se trouve au niveau de la subéraie, 03 individus dans la pelouse et seulement 2 individus recensé dans la cédraie. Le Bombyx disparate est le lépidoptère qui provoque les dégâts. Parmi les principaux phyllophages qui vivent au dépense du feuillage du chêne-liège autres que *Lymantria dispar* sont *Orgyia trigotephras*, *Catocala nymphagoga*, *Tortrix viridana* et d'autres espèces de la famille des Geometridae (**Chakali et Ghelem 2008**). D'après **Villemant, 2003**, lors de la phase de culmination, la densité des chenilles devient considérable et les surfaces des forêts défoliées peuvent atteindre des dizaines de milliers d'hectares. Alors que **Chakali et Ghelem (2008)** notent que certaines espèces sont capables d'attaquer l'arbre sur pied et sont dits Primaires. Parmi lesquelles ; le Gâte-bois, *Cossus cossus*. Nous avons trouvé un seul individu de ce dernier, au niveau d'une clairière. La richesse la plus élevée est enregistré pour la clairière (pelouse) avec 77 espèces. Suivi par la cédraie avec 77 espèces. Puis par la zénaie avec 60 espèces, la yeusaie avec 47 espèces. Ainsi que la subéraie avec 44 espèces et enfin la pinaie avec 38 espèces. La richesse moyenne varie de 0.38 à 0.77.

Le recensement de la faune lépidoptérique dans les six types d'habitats montre que la pelouse est la plus abondante avec 400 individus (24.92 %), la cédraie vient au 2ème rang avec 393 individus (24.49 %), la zénaie et la subéraie sont présents avec des abondances proches respectifs avec 286 et 238 individus, soit 17,82 % et 14,83 %. La yeusaie avec un effectif 182 individus, soit 11,34 %, Enfin la pinaie renferme le plus faible effectif avec 106 individus.

Les hypothèses les plus probables pour expliquer cette richesse sont, d'une part la période d'inventaire, d'autre part le temps favorable et enfin la ressource nectarifère. De plus, **Mckinney (2008)** suggère que 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.

La précedence d'un grand nombre d'espèces est un gage de bonne santé du milieu et la diversité est tout à fait souhaitable. 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 **Claude (1995)**. De même, (**Kuussaari et al., 2011 in Porte, 2011**) indiquent que le caractère polycultural 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.

D'après les travaux de **Meziane (2017)** qui a travaillé dans la même zone d'étude, montre que la valeur maximale de S est observée au niveau du site à dominance Cèdre localisé dans versant nord où elle atteint 52 espèces, cependant la valeur maximale d'abondance est notée dans le même site représentant 55 % de l'entomofaune global du l'aire d'étude ; Le site mixte à Cèdre-Chêne en deuxième lieu avec 43%, et en troisième position le site à dominance Chêne avec seulement 581 individus (14%). Ceci expliquerait que l'évolution des insectes est en étroite relation avec l'espèce haute donc à la disponibilité de la ressource alimentaire, en effet d'après **Hughes et Walker (1970)**, la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaires déterminent le développement des insectes. **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., 2005**). D'autre part **Remini et Moulai (2015)** montrent que 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.

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. Ces études confirmées par **Remini et Moulaï (2015)** que les cultures arboricoles en général sont plus attractives pour les papillons de jours que les cultures basses. En plus (**Dajoz, 2003**) a montré que la variabilité de l'abondance des populations entomologiques est plus élevée dans les agro-écosystèmes que dans les écosystèmes naturels.

Nos résultats confirmes à ceux de **Ouin et Burel (2002)** qui ont enregistré un total de 2.276 individus représentant 22 espèces dans cinq paysages différents à l'ouest de la France, il s'agit d'un complexe mosaïque, une forêt-prairie, un champ de maïs et de grandes prés temporaires; un mosaïque de plantes cultivées (le maïs et le blé); un mosaïque de prairies à petite échelle et des parcelles de plantes cultivées ; un complexe d'anciennes prairies, un verger et champs en jachère. **Rands et Sotherton (1986)** ont également noté 22 espèces de papillons au cours de leur surveillance dans les champs de céréales dans le Hampshire, du Nord Est de l'Angleterre. Ces derniers ont été divisés en deux parcelles, dont l'un a été traité et un autre non traités avec des pesticides. Alors que **Fouillet (1998)** a noté 32 espèces de lépidoptères réparties entre Rhopalocères et Hétérocères sur divers milieux constituant la zone naturelle du Marais du Curnic en Guissény (Bretagne), des étangs saumâtres proches du littoral, des friches humides ou sèches bordant ces plans d'eau, des prairies humides et mares située en arrière des précédents, des zones de prairies tourbeuses, de roselière et de saulaies situées au sud-ouest de la zone. 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 Hesperiiidae*) 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 Reserve Naturelle Grècque «Dadia ». Par contre **Remini et Moulaï (2015)** ont également signalé 22 espèces de papillons présentes dans les paysages agricoles de Mitidja en Algérie, comprenait les différents types de cultures qui y sont cultivées : verger d'agrumes, parcelle de maraichages, le verger de poiriers, le verger de pêcheurs et une parcelle de céréales. Ces différences enregistrées dans la diversité des espèces peuvent être expliquées par des périodes d'échantillonnage, qui sont liés à la présence de plantes nourrissantes. D'après **Deschamps-**

**Cottin et al., (1997)**, souligne qu'une plante nourrissante est parmi les facteurs clés dans le maintien des espèces d'insectes dans un habitat.

L'obtention des échantillons de faune représentatifs est l'un des problèmes les plus complexes à l'écologiste sur le terrain, en particulier dans le milieu forestier qui reste le moins exploré par manque de techniques appropriées (**Mouna, 1982**). Les méthodes d'échantillonnages des insectes sont nombreuses et le choix d'une ou de certaines d'entre elles est déterminé par les exigences du terrain et par le groupe d'insectes recherchés. L'emploi simultané de plusieurs méthodes complémentaires est le meilleur moyen d'évaluer la biodiversité et d'obtenir un échantillon représentatif (**Marshall et al., 1994**). A cet effet, (**Claude, 1995**) note que la forêt représente le milieu le plus vaste actuellement habitable pour la plus grande partie des espèces. Donc c'est un écosystème richement marqué par l'activité humaine, mais aussi peuplée de flore et de faune souvent remarquables et dont sa protection s'impose (**Barbero et Loisel, 1983 ; Alkaraz, 1982**). Si les pelouses calcaires et les forêts feuillues sont les milieux initialement les plus riches en papillons de jour, ils comptent aussi le plus grand nombre d'espèces éteintes et menacées (**Fichet, 2006**). **Gillard (1991)** note que *Colias hyale*, *Colias crocea*, *Cynthia cardui*, *Agrius convolvuli*, *Agrotis ipsilon*, *Autographa gamma*, *Udea ferrugalis*; Sont de vrais migrants, 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**). De nombreuses études montrent qu'il existe un rapport étroit entre les conditions climatiques et la fréquence des différentes espèces de lépidoptère. Si ces conditions sont favorables à l'évolution et à la longévité d'une espèce donnée, cette dernière sera abondante. Réciproquement, des modifications de ces conditions se traduiront nécessairement par une diminution de la fréquence des papillons.

D'une manière générale, la faune de lépidoptère récoltée reste relativement pauvre en espèces comparée à d'autres études européennes comme celle forêt communale d'Aingeray en France avec 260 espèces (**Claude, 1995**), Environ 2360 espèces de papillons ont été recensées sur le territoire de la Belgique (**Gillard, 1991**) dont 114 espèces (papillon de jour) répertoriées en Wallonie (**Fichet, 2006**). Ceci est certainement lié aux conditions climatiques défavorables et un niveau moindre de la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaire. En effet, des conditions climatiques défavorables peuvent avoir des conséquences importantes sur la dynamique des populations et peuvent ainsi entraîner des variations d'effectifs. De plus, ces variations ne sont généralement pas synchrones entre des stations proches (**Habel et al., 2007**). La pluie est un facteur déterminant de toute activité

biologique. Elle est toujours dépendante de l'altitude. La pluie est l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion d'autre part, (**Escourou, 1980**). La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée, (**Dajoz, 1985**). Le vent à une influence contre versée sur les insectes, d'une part il joue un rôle positif dans la dissémination de certaines espèces, et d'autre part il peut inhiber l'activité de beaucoup d'insectes, (**Dajoz, 1980**). L'humidité de l'air est un facteur écologique fondamental. Chez les insectes en particulier, son action s'opère surtout au cours des stades larvaires plus sensibles écologiquement (**Dreux, 1980**). Incendies des forêts, d'une manière générale, les incendies constituent le facteur le plus ravageur des massifs forestiers (**Madoui, 2000**).

Différents facteurs influencent les agrégations des arthropodes ou des peuplements d'arthropodes: La distribution des différents habitats (**Sotherton, 1984**), Le microclimat (**Honek, 1998**) ou encore la présence de proies (**Bohan et al., 2000**). **Hardy et Dennis (1999)**, évoquent que l'urbanisation aurait un effet direct sur les plantes hôtes et affecterait indirectement les espèces de papillons. Si leur présence dans un habitat est principalement déterminée par celle des plantes nourricières des imagos et des chenilles, le type de sol, la topographie, le climat, les conditions d'ensoleillement et le taux d'humidité jouent également un rôle important (**Wermeille, 2014**). La distribution nordique de nombreuses espèces est donc majoritairement limitée par les températures hivernales et non par la distribution de leur hôte. Un bon exemple est celui de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) qui a progressé de 90 km au nord de la Loire en France pendant les trente dernières années. Une augmentation des températures hivernales serait à l'origine de la survie des larves et de la progression du front de migration (**Battisti et al., 2005**). Des températures basses peuvent aussi limiter les populations d'autres ravageurs du pin et du chêne (**Szujecki, 1998**). 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 désertter de plus en plus les terres agricoles et les zones fortement urbanisées qui n'offrent plus "le gîte et le couvert".

Il est intéressant d'étudier au niveau des différents groupes les espèces, en précisant leur richesse, leur fréquence, leur constance et leur diversité. Ces coefficients classiques permettent de quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres.

(Gautier, 1977 in Ponel, 1983). Pour notre cas, nous avons étudié la constance, la fréquence centésimale et la densité des espèces de lépidoptères échantillonnés dans les six types d'habitats d'étude (Du mois de mars 2015 au mois d'août 2017). Nous avons jugé utile de réunir les paramètres abondance et densité, car ils sont très rapprochés. Ils rendent compte particulièrement de l'originalité du peuplement étudié. Selon 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.

Le statut écologique constituant les communautés des espèces de lépidoptères par l'utilisation de l'indice de Sturge, Il a permis d'avoir 3 classes de constance ; très rares, rare, assez rare. Leurs appartenances à telle ou telle catégorie varient suivant les espèces, les années et la végétation. Quasiment les 6 types d'habitats sont dominés par les espèces assez rare. 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 Remini et Moulaï (2015). Certaines espèces de papillons sont très mobiles, donc difficiles à capturer ; et d'autres peuvent être des migratrices. 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 H', de Sorensen, indice d'équitabilité E afin d'estimer la diversité présente dans le P.N.T.E.H. Suite à ces analyses, il s'avère que la pelouse et la cédraie présentent les valeurs les plus élevées de la diversité 5.72 ; 5.34 bits respectivement en fonction d'espèce, les communautés des papillons sont équilibrées et régulières avec une équitabilité entre 0.84 et 0.91. L'analyse spatiale de six types d'habitats choisis par les indices de diversité en fonction des familles révèle que l'indice de Shannon indique une diversité plus au moins faible, les valeurs tournent autour de 2. Un minimum de 2.01 bits dans la suberaie et un maximum de 3.01 bits dans la pelouse. Par contre les communautés des papillons sont moyennement équilibrées et régulières.

Remini et Moulaï (2017) a récolté 1711 individus appartenant à 40 espèces dans le parc zoologique d'Alger, avec une diversité entre 0,59 et 0.91 bit .ces valeurs importantes de la diversité traduisent la richesse et la complexité des peuplements étudiés dans les trois milieux naturels pelouse, matorral arboré dégradé et matorral haut. Alors que les résultats de (Lizée et al., 2011), indiquent que l'abondance des papillons, la richesse des espèces, la diversité et la

régularité différent sensiblement entre quatre types d'habitats étudiés (jachère, jardins, vignoble et forêt) à Laurès dans le sud de la France. 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.

Pour comparer la diversité entre les six habitats, nous avons utilisé l'indice de similarité de Sorensen, afin d'évaluer la ressemblance existante pour chaque couple. Il ressort d'une forte similarité entre les zénaie / yeusaie avec un pourcentage de 91,66 %. Ce taux important s'explique par l'existence d'espèces végétales communes et la proximité des deux habitats permet l'accès à un nombre important des familles communes ; Pterophoridae Papilionidae, Hesperiiidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Sphingidae, Erebidae. ainsi que le degré de l'ouverture du milieu. Par contre, la valeur de ce coefficient est faible, entre la suberaie / pelouse avec un pourcentage de 64,28 %. La distance entre les deux cultures est éloignée et les physionomies végétales disproportionnées (Herbacé et arborescente) ont induit à un accès distinct aux ressources pour les espèces de lépidoptères. **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. D'après **Manil (2010)** les milieux moins perturbés contiennent une faune plus riche et plus abondante. Plusieurs espèces ne se trouvent qu'en forêt ou sur les pelouses. Les communautés de lépidoptères s'appauvrissent en présence d'un trop fort pâturage. Le pâturage provoque à la fois la diminution de l'abondance et de la richesse des Lépidoptères. Il a pour effet de faire chuter tous les paramètres, surtout lorsqu'il est doublé par le piétinement (**Jaulin et al., 2017**). Du fait de la dégradation et de la déforestation de nombreuses régions naturelles, particulièrement en Afrique centrale, de nombreuses espèces de microlépidoptères seront éteintes avant même d'avoir été découvertes et nommées (**Mettens, 2006**).

Les amplitudes d'habitats des espèces de lépidoptères ont été calculées à partir de leur présence dans les relevés afin de pouvoir comparer les catégories d'espèces. Cette étude, nous a permis de classer les espèces de lépidoptères 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 la pelouse puis la cédraie suivie par la zénaie comme habitats préférentiel. En fonction des résultats obtenus, nous avons décomposé les communautés de lépidoptères identifiées en espèces généralistes ou en spécialistes, dont la

diversité peut être influencée par le type de peuplement 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. 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 (**Ohwaki et al., 2014**).

Le fait que l'amplitude d'habitat des espèces ne change pas entre 0.80 et 0,99 ceci est dû peut être à une homogénéisation de la composition floristique du P.N.T.E.H.

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. En effet, si les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux d'énergie, les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement, ceci permet de dire que les espèces observées une seule fois et considérées rares ne sont pas des espèces à négliger étant donné qu'elles peuvent jouer un rôle important dans le fonctionnement et l'équilibre général de l'écosystème et participent dans l'acheminement du transfert d'énergie dans les chaînes alimentaires (**Aberkane-Ounas, 2014**)

## Conclusion

Le parc National de Theniet El Had a été choisi comme zone d'étude, en raison du fait qu'il présente un bon modèle de la biodiversité entomologique, malgré l'influence des facteurs climatiques et de l'action anthropozoogène.

Nous avons échantillonné un ensemble d'habitats représentatifs de ce parc. Au total, ce sont six (06) habitats notés par cinq peuplements (**PA** : la pinaie, **CA** : la cédraie, **QF** : la zénaie, **QI** : la yeusaie, **QS** : la subéraie) et une clairière (pelouse) qui ont été suivies pendant 30 mois successifs au sein des différents habitats sur lesquels les analyses ont été effectuées.

Nous avons obtenu, au cours de nos sorties s'étalant de mars 2015 à aout 2017, une richesse spécifique de lépidofaune estimée à 86. La famille Nymphalidae reste de loin la plus importante puisqu'elle regroupe 17.44 % de la faune récoltée soit 15 espèces.

En outre, la famille des Erebidae couvre à elle seule un pourcentage de 29.60 % du total des individus récoltés. Les Nymphalidae sont assez bien représentés avec 28.84 %.

Par ailleurs, les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie et les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement (**Ramade, 2003**). Ceci permet de dire que les espèces observées une seule fois et considérées comme étant rares ne sont pas des espèces à négliger étant donné qu'elles peuvent jouer un rôle important dans le fonctionnement des habitats.

L'analyse des paramètres descriptifs nous permet de bien déceler les caractéristiques du peuplement lépidoptérique. Ainsi la richesse spécifique maximale est observée dans la pelouse. On trouve la plus grande richesse en espèces dans les milieux herbacés et Arbrisseau, tandis que la diversité la plus faible est enregistrée au niveau de la Pinède. Ceci est certainement lié aux conditions climatiques défavorables et au niveau moindre de la disponibilité et la variabilité de la qualité des ressources alimentaires.

Le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour les lépidoptères nocturnes et diurnes a permis de montrer un équilibre des peuplements dans les 6 habitats étudiées.

La similarité de Sorensen, employée dans les 6 types d'habitats, a fait ressortir la présence d'une forte similarité entre les zénaie / yeusaie avec un pourcentage de 91.66 %. Ainsi l'étude qu'on a réalisé nous a permis d'atteindre deux principaux objectifs à savoir apporter une contribution à la connaissance des espèces lépidoptériques des différents habitats de la localité étudiée (P.N.T.E.H) et de chercher à travers cette étude des facteurs écologiques qui expliquent la distribution de la faune lépidoptérique, en second lieu elle apporte une indication géographique des genres et espèces d'insectes qui peuplent la région. Cependant, notre étude n'est que préliminaire et une première approche de la connaissance de la richesse spécifique de la biocénose de six habitats. En perspective une collaboration de plusieurs chercheurs est indispensable afin d'enrichir nos premières constatations.

En fonction d'espèce, les indices de diversité révèlent des diversités plus élevées variant entre un minimum de 4.56 bits (pinaie) et un maximum de 5.72 bits (pelouse) et les indices d'équitabilité laissent apparaître des peuplements équilibrés et réguliers. En fonction des familles l'indice de Shannon indique une diversité plus ou moins faible, les valeurs tournant autour de 2 avec un minimum de 2.01 bits dans la suberaie et un maximum de 3.01 bits dans la pelouse. Par contre les communautés des papillons sont moyennement équilibrées et régulières.



*Conclusion*

*générale*

## Conclusion générale

La présente étude, a permis de dresser un inventaire spécifique de 86 taxons de lépidoptères composés d'Hétérocères et de Rhopalocères. Cet inventaire non exhaustif apporte aujourd'hui une nouvelle contribution approfondie sur la connaissance des lépidoptères dans le parc national. Notons toutefois, qu'une dizaine de taxons, rares ou sporadiques, reste à identifier en raison des difficultés systématiques ou de l'état mal conservé du matériel biologique au cours de l'échantillonnage.

Au terme de ce travail, nous donnons les principales conclusions suivantes :

Sur le plan quantitatif, nous avons dénombré un total de 3139 individus de lépidoptères diurnes et nocturnes. Les Hétérocères sont nettement plus diversifiés et comptent 14 familles et 49 espèces avec 1485 spécimens adultes, dénombrés au cours de l'échantillonnage.

Les Rhopalocères sont représentés par 05 familles, comportant 37 espèces et 1654 individus. Cet inventaire des lépidoptères n'est évidemment qu'un aperçu de la faune des papillons de ce parc qui possède une grande richesse tant de la faune que de la flore. Les lépidoptères ainsi inventoriés comptent un total de 19 familles regroupant 86 espèces identifiées, 08 familles sont signalées pour la première fois au niveau de notre zone d'étude : Alucitidae, Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae, avec 61 espèces nouvellement signalées dans la zone.

Nous avons noté la présence d'une espèce très rare et semble particulièrement menacée d'extinction, *Chamaesphexia pechi*. C'est une espèce endémique en Algérie. Elle a été décrite à Sebdou et ne se trouve que dans deux régions: Constantine (Lambèse) et Oran (Sebdou). La plante nourricière de la chenille est inconnue et nécessite plus de recherche. Quelques exemplaires ont été capturés il y a plus de 100 ans (Špatenka et al., 1999) et depuis, l'espèce n'a plus été observée en Algérie, jusqu'à maintenant.

La préparation des génitalia a permis d'identifier les espèces du genre *Catocala* parmi lesquelles on cite: *Catocala conjuncta* male, *Catocala hilaris* male, *Catocala nymphaea* male et femelle.

Le peuplement récolté dans les dix cantons du parc de Theniet El Had est caractérisé par l'importance des Nymphalidae qui constitue la famille la plus diversifiée avec 12 genres et 15 espèces.

Ainsi qu'en termes d'individus est également variable d'une famille à une autre. Les Erebidae sont représentés par 894 spécimens, soit 28,48 % de la faune globale récoltée, suivies par les Nymphalidae avec 751 individus soit (23,92 %). La famille des Lycaenidae avec 17,62%

vient en troisième position. Au sein des Erebidae, le genre *Catocala* contribue avec le plus grand nombre d'individus avec 794 individus (88,8%). *Catocala nymphea*, *Catocala conversa* et *Catocala nymphagoga* sont les mieux représentés.

Concernant le nombre des Nymphalidae, on note que le plus grand nombre d'individus a été signalé pour le genre *Hipparchia* avec 203 individus avec deux espèces : *Hipparchia algirica* 123 individus soit 16,38 % et *Hipparchia ellena* 80 individus soit 10,65 %.

Le canton de Pré-Ben Chouhra est quantitativement le mieux représenté avec 625 individus soit un taux de 19.91%, Dans la seconde position vient El Guerouaou avec 433 soit un taux de 13,79%, s'en suit la Pépinière 12,65%

L'analyse des résultats fait apparaître la Pépinière comme la plus riche en peuplement lépidoptérique soit un total de 72 espèces observées sur ce dernier. Quant aux cantons El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra, leurs valeurs restent légèrement proches avec des richesses totales de l'ordre de 71 et 69 espèces respectivement.

Pour assurer une bonne description, nous avons retenu sept descripteurs permettant de comprendre la structure numérique des peuplements lépidoptériques en fonction des espèces ;

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon fluctuent dans les dix cantons entre 4,9 bits et 5,3 bits. Par ailleurs, le canton Pépinière décèle une valeur plus élevée avec 5,56 bits.

Les valeurs maximales de la diversité dépassent pour l'ensemble des cantons la valeur de 5 bits. La diversité maximale la plus élevée est notée dans le canton Pépinière avec 6,17 bits,

L'indice d'équitabilité (E) a enregistré des valeurs similaires au niveau des différents cantons (entre 0,88 à 0,92). L'équitabilité tend vers 1 donc les effectifs des différentes espèces de lépidoptères ont tendance à être en équilibre.

La richesse totale de canton Pépinière est de 77 espèces avec une richesse moyenne de 0,72. La richesse des deux cantons Djouareb et Kaf-Siga est de 45 espèces chacun avec une richesse moyenne est de 0,45, sont les moins importantes par rapport aux autres cantons.

La composition lépidoptérique analysée à partir de nombre des espèces révèle également des proportions différentes. Le canton Pré-Ben Chouhra domine en nombre 625 individus, Alors que le canton Ferciouane présente un effectif plus faible avec 159 individus. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre des espèces. Sept espèces sont représentées par des singletons (1 seul individu) sont ; *Esperia sulphurella*, *Cossus cossus*, *Chamaesphexia pechi*, *Pyropteron leucomelaena* , *Hippotion celerio* , *Colotois pennaria* , *Selidosema picturata*.

L'analyse des paramètres descriptifs a permis de déceler les caractéristiques du peuplement lépidoptérique en fonction des familles. La diversité de Shannon dépasse pour

l'ensemble des dix cantons la valeur de 2. La valeur la plus élevée est notée dans le canton Pépinière avec 3,1 bits, alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans le canton Sidi Abdoune avec 2,35 bits. Toutefois, les valeurs enregistrées traduisent également une diversité relativement plus en moins faible des peuplements.

Les valeurs de l'indice de diversité maximale dans les dix cantons fluctuent entre 5,49 bits et 6,17 bits en fonction des familles. Pour le canton de Pépinière, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 6,17 bits. Alors que la valeur la plus faible est notée pour les deux cantons Kaf-siga et le Djouareb avec 5,49 bits.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité (E) sont inférieures ou égales à 50 % ( $E \geq 0,5$ ) pour tous les cantons, ce qui montre un certain déséquilibre dans la répartition des effectifs des familles de lépidoptères. Les Erebidae et Nymphalidae sont les mieux représentées.

La richesse totale de Pépinière est de 16 familles avec une richesse moyenne de 0,53 familles. Deux familles sont représentées par des singletons (Oecophoridae, Cossidae) et une famille par des doubletons (Sesiidae).

Pour l'étude de la fréquence d'occurrence des familles de lépidoptères recensés au niveau des dix cantons, l'indice de Sturge est utilisé. Il a permis d'avoir 5 classes de constance, cet indice indique une dominance des espèces assez accidentelles et cela en raison de leur faible abondance locale et leur dispersion limitée.

Le coefficient de similarité de Sorensen pour les lépidoptères (Rhopalocères et Hétérocères) dans les dix cantons durant les trente mois d'étude, indique que cet indice enregistre la plus forte valeur avec 1 pour le couple Djouareb / Kaf-Siga ce qui explique, que les deux peuplements situationnels sont qualitativement semblables.

Pour le calcul du barycentre écologique (g) et de l'amplitude d'habitat (AH), nous constatons que chaque canton possède des espèces préférentielles. Cependant, sur les 86 espèces prises en considération, presque la moitié caractérise le canton Pépinière, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra. De plus, ces trois cantons et Kaf Sachine attirent les trois quart des espèces. Les espèces ayant les amplitudes les plus élevées caractérisent les cantons de Kaf-siga, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra. Dans les autres stations (Pépinière et Kaf Sachine), l'amplitude d'habitat est plutôt faible. Ces deux cantons renferment des espèces spécialisées et plus exigeantes, alors que Kaf-siga, El Guerouaou et Pré-Ben Chouhra renferment, principalement des espèces moins exigeantes.

Les analyses et les traitements statistiques par l'A.F.C. dans les dix cantons ont fait ressortir des assemblages en relation avec les différentes stations. Neuf familles signalées dans les dix cantons groupent des espèces à large distribution géographique : Pterophoridae,

Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Sphingidae, Notodontidae, Erebidae, Noctuidae.

Certaines espèces, sont faiblement représentées dans cet inventaire. Ceci est dû soit aux méthodes de captures mal adaptées à ce groupe d'insectes, soit à la diversité spécifique faible dans l'écosystème. Malgré cela, cette expertise a tout de même pu mettre en évidence une biodiversité lépidoptérique très intéressante entre rhopalocères et hétérocères. Pour cela, il faut connaître les habitats les plus favorables pour une biodiversité maximale. Et ceci non de façon empirique, mais bien issue d'un raisonnement objectif et scientifique, basé sur un protocole expérimental servant d'argument pour la conservation des peuplements. Dans ce contexte nous avons choisi six types d'habitats différents.

La clairière arrive largement en tête des habitats les plus riches au niveau spécifique avec 19 familles et 77 espèces, la cédraie héberge 14 familles et 70 espèces, suivie de la zénaie avec 13 familles et 60 espèces, La yeusaie présente 11 familles et 47 espèces, en cinquième position vient la subéraie avec 9 familles et 44 espèces. Enfin la pinaie est nettement moins diversifiée avec 11 familles et 38 espèces

- Les Rhopalocères regroupent 05 familles, comportant 30 genres et 37 espèces avec 846 individus soit une abondance de 52,72 % de la totalité des lépidoptères et une diversité soit 54,16 %. L'espèce numériquement la mieux représentée est celle de *Pieris rapae* (78 individus).
- Les Hétérocères diurnes représentent par 14 familles, 38 genres et 49 espèces avec 759 spécimens adultes dénombrés soit une abondance de 47,29 % de la totalité des lépidoptères au cours de l'échantillonnage et une diversité soit 45,86 %. *Catocala conversa* représente une abondance appréciable avec (83 individus),

Parmi les différentes familles de la faune lépidoptérique les Nymphalidae sont les plus diversifiés en espèces (15 espèces avec 81apparitions) et présentent le plus grand nombre d'individus (421) dans tous les habitats étudiés après les Erebidae avec (475) individus. Les Notodontidae et les Erebidae sont les familles qui regroupent la majorité des espèces défoliatrices inventoriées (principalement *Thaumetopoea pityocampa* (40), *Thaumetopoea bonjeani* (32) et *Lymantria dispar* (24). Ils sont responsables pour la majorité des dégâts observés sur les arbres.

Sur l'ensemble des 19 familles de lepidopteres capturées au cours des trentes mois d'echantillonnage, seulement 8 d'entre elles ont été observées dans tous les habitats étudiés. On cite ; Pterophoridae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Erebidae, Noctuidae.

La comparaison des peuplements des six types d'habitats s'appuie sur une étude indicielle, combinée à des analyses variées associant à des analyses factorielles des correspondances.

La description des peuplements récoltés par chaque habitat est une phase cruciale pour comprendre l'organisation spatiale du peuplement de lépidoptères en fonction des espèces.

Nous notons que la diversité de Shannon ( $H'$ bits) dépasse pour l'ensemble des six types d'habitats la valeur de 4. La diversité de Shannon la plus élevée est notée dans la pelouse avec 5,72 bits, alors que la valeur la plus faible est mentionnée dans la pinaie avec 4,56 bits

Les valeurs de l'indice de diversité maximale fluctuent entre 4,9 bits et 5,3 bits en fonction d'espèces. Pour la pelouse, nous avons noté la valeur la plus élevée avec 6,27 bits, la diversité est bonne ce qui explique un équilibre entre les espèces.

Nous avons enregistré des valeurs d'équitabilité ( $E$ ) plus au moins semblables au niveau de tous les habitats varie entre 0,84 et 0,91. Ceci correspond à un équilibre modéré entre les effectifs des différentes espèces.

Les divers peuplements lépidoptérique en fonction des familles peuvent se définir par un ensemble d'indices et de descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces. Nous notons que la diversité de Shannon ( $H'$ bits) dépasse pour l'ensemble des habitats la valeur de 2. cette valeur est faible en comparaison à celle qui a calculé pour les espèces. La valeur la plus élevée est notée dans la pelouse avec 3,01 bits. La pelouse impose encore une fois sa présence avec une diversité maximale très élevée avec 6,27 bits.

En ce qui concerne l'équitabilité ( $E$ ) notée pour les différents habitats, cet indice est inférieur à 50 % ( $E > 0,5$ ) pour tous les habitats à l'exception de la pinaie, qui s'avère la plus équilibré, où nous avons enregistré 0,53.

L'indice de Sturge utilisé dans les familles du peuplement global récolté durant la période d'étude, ont permis d'obtenir 5 classes de constance avec un intervalle de 8 %. Indique la aussi que les espèces assez rare sont dominatrices dans ces habitats. Tandis que les espèces rares, sont les moins représentées.

La similarité calculée pour les lépidoptères durant la période de prospection, montre que la valeur de cet indice extrême notée est de 91,66 % pour le couple zénaie et yeusaie. Par ailleurs, le couple subéraie / pelouse affiche une faible valeur de similarité 64,28%.

Pour le calcul de du barycentre écologique ( $g$ ) et de l'amplitude d'habitat ( $AH$ ), Nous constatons que chaque habitat possède des espèces préférentielles. Cependant, sur les 86 espèces prises en considération, presque la moitié caractérise la pelouse et la cédraie. De plus,

ces deux habitats et la zénaie attirent les trois quart des espèces. La prise en compte de toutes les espèces (86) confirme ces constatations.

Exploitation des espèces de lépidoptère par famille dans les six types d'habitats par (A.F.C.) ont fait ressortir des assemblages de lépidoptères en relation avec le type d'habitat. Neuf familles sont omniprésentes. Il s'agit des Pterophoridae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Pyralidae, Sphingidae, Notodontidae, Erebidae et Noctuidae.

Les six types d'habitat étudiés ne sont pas représentatifs dans tout le massif de Theniet El Had. Il serait donc souhaitable de recenser la lépidoptérofaune dans d'autres habitats pour dresser une liste plus ou moins complète des principales espèces de cette réserve naturelle.

La présence de la faune lépidoptérique varie selon la structure du végétal considéré.

Il serait intéressant de faire un inventaire lépidoptérique sur les différentes plantes et un lien avec la distribution géographique, leur cycle de vie (plantes) et avec leur famille botanique.

A la lumière de cette étude, nous pouvons dire que le P.N.T.E.H. héberge une faune lepidopterique assez diversifiée tant sur le plan systématique que sur le plan importance économique.

A l'avenir, nous envisageons de continuer nos recherches soit en insistant sur des zones encore peu visitées, soit en augmentant le nombre de sites déjà prospectés mais dont la richesse est telle que nous pouvons raisonnablement penser que de nouvelles curiosités scientifique sont encore possibles.

En fin, nous encourageons le maintien d'inventaires, particulièrement entomologiques, et bien sûr la prise en compte des lépidoptères dans les futures démarches en fonction des différents habitats.



# *Références bibliographiques*

## Références



-A-

- Abdelhamid D. 1992.** *Contribution à l'étude des insectes du Cèdre de l'Atlas (c.a.m.1844) dans la Cédraie de T-E-H.* Mém d'Ing. Université des sciences et technologie de BLIDA, Institut d'Agronomie, 68 p.
- Abdelhamid D. 1999.** *Etude bioécologique de l'entomofaune du Cèdre de l'Atlas, dans la Cédraie de T-E-H.* Thèse mag. Institut National Agronomique, Alger, 106 p.
- Aberkane-Ounas N. 2012.** *Inventaire des insectes inféodés à la vigne Vitis vinifera L. dans la région de Tizi - Rached (Tizi -Ouzou).* Thèse mag. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 121p.
- Abidi F. 2008.** *Biodiversité des Arthropodes et de l'avifaune dans un peuplement de Pin d'Alep à Chêne vert à Séhary Guebli (Ain Maâbed, Djelfa).* Mém. Ing. Agro., Cent. Univ. Djelfa, 114 p.
- Ahmim M. 1989.** *Contribution a l'etude de l'entomofaune de la cédraie de Tikjda dans le parc national de Djurdjura.* Mém. Ing. agro, Int. nati. agro, El-Harrach, 79p.
- Albouy V. et Baliteau L. 2013.** *Papillons.* Ed. Glénat, Grenoble, 127p.
- Albouy V. 2001.** *Les papillons par la couleur : Guide d'identification.* Ed. Minerva, Genève (Suisse), 198p.
- Alcaraz C. 1982.** *La végétation de l'Ouest algérien.* Thèse de Doct. ès Sciences, Univ de Perpignan, 415 p.
- Amiet J-L. et Libert M. 1995.** *Biodiversité et répartition spatiale des Lépidoptères Rhopalocères du Mont Bana (Cameroun).* Edit. Société entomologique de France, Paris, FRANCE (1896) (Revu, vol. 100, no3, pp. 221-240 (17 ref.).
- Amsel H-G. 1933.** Die lepidopteren palastinas. Eine Zoogeographisch-okologisch-faunistische Studie // *Zoogeographica.* Bd.2. H.1.S: 1-146.
- Andrewartha H-G. et Birch L-C. 1954.** *The Distribution and Abundance of Animals.* Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Anonyme 1984.** Etude et projets pour la mise en valeur des terres, aménagement des forêts et des parcs dans le massif de l'Ouarsenis. *Lescomplekt Engineering Fiches descriptives* 19, 69 p. + annexes.
- ANRH. 2004.** *Agence Nationale des Ressources Hydrauliques* (www.anrh.dz).
- Aouar-Sadli M. 2009.** *Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) et leurs relations avec la culture de fève (Vicia faba L.) sur champ dans la région de Tizi- Ouzou.* Thèse de Doctorat. Université de Tizi-Ouzou. 268 p.
- Appelqvist T., Gimdal R. et Bengtson O. 2011.** Insectes et mosaïques de paysages. *Outils pour la conservation de la biodiversité dans les domaines Némoral et Boréonémoral Européen*, pp.14-24.
- Arahou. M.2008.** *Catalogue de l'entomofaune du Chêne vert du Moyen Atlas (Maroc).* Documents de l'Institut Scientifique, Rabat, n°22, 36 p.
- 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.
- ASPO. 2011.** Papillons de jour forestiers. *Association Suisse pour la Protection des Oiseaux* 8p.

**Attal-Badreddine. 1995.** *Contribution a l'étude de l'entomofaune du chêne vert (Quercus ilex L.) dans le parc national de Chr ea.* These magister sci.agro., int.nati.agro., El Harrach, Alger, 250p.

**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.

**Awmack C-S. and Leather S-R. 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology* 47, p. 817-844.



**-B-**

**Bachelard P. & Morel D. 2008.** *Inventaire des Lépidoptères de la Réserve naturelle des Coussouls de Crau (Bouches-du-Rhône).* Réalisé a la demande du Conservatoire – Etudes des Ecosystèmes de Provence, 54 p.

**Bagnouls F. et Gaussen H. 1957.** Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, 66<sup>o</sup> année, N." 335:193-220.

**Baillie J-E-M., Hilton-Taylor C. & Stuart S-N. 2004.** IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xxiv + 191 p.

**Bakouka F. 2007.** *Analyse écologique des Arthropodes capturés par les pots Barber dans la forêt de Séhary Guebli (Djelfa).* Mémoire Ingénieur Agronomique, Centre Universitaire Djelfa, 95 p.

**Balachowski A-S., et Mesnil L. 1936.** *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées.* Paris, vol. 2, 1927 p.

**Bale J., Masters G-J., Hodkinson I-D., Awmack C., Martijn B., Brown V.K., Butterfield J., Buse A., Coulson J.C., Farrar J., Good J.E., Harrington R., Hartley S., Jones T.J., Lindroth R.L., Press M.C., Symrnioudis I., Watt A.D., Whittaker J.B., 2002.** Herbivory in global climate change research: Direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology* 8, 1-16.

**Barbault R. 1981.** *Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits.* Ed. Masson, Paris. 208p.

**Barbault T. 1995.** *Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution.* Masson ed. Paris, 273p

**Barbero M. et Loisel R. 1983.** Les chênaies vertes du sud-est de la France méditerranéenne; valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. - *Phytocoenologia* 11(2): 225-244.

**Barbut J. & Lalanne-Cassou B. 2010.** Description d'une nouvelle espèce de *Mythimna* Ochsenheimer, 1816, sous-genre *Pseudaletia* Franclemont, 1951 (Lepidoptera Noctuidae Hadeninae). *L'Entomologiste*, 66 (3) : 117-121.

**Barros H.C.H. & Zucoloto F-S. 1999.** Performance and host preference of *Ascia monuste* (Lepidoptera, Pieridae). *J. Insect Physiol.*, 45, 7-14.

**Batel. D 1990.** *Contribution à l'étude de productivité du (c.a.m) en relation avec la station écologique. Application au parc national de Theniet el Had.* Thèse. Ing. INA, ALG.63p.

**Battisti A., Stastny M., Netherer S., Robinet C., Schopf A., Roques A. et Larsson S. 2005.** Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological Applications* 15: 2084–2096.

- Beghami R. 2010.** *Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica) dans la région des Aurès : cas de la Cedraie de Chelia.* Mémoire de Magistère en sciences agronomiques, Université El - Hadj Lakhdar Batna (Algérie). 132p.
- Béguin C., Géhu J.-M. & Hegg O. 1979.** La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. *Doc. Phytos*, .S., 4 : 49-68. Lille.
- Behafid K. 2004.** *Contribution à l'étude du cortège floristique des groupements végétaux dans le Parc National des cèdres.* Thèse Ing, Univ Tiaret. 60 P.
- Belhadid Z. 2004.** *Contribution à l'étude de la distribution verticale de l'entomofaune dans le parc national de Chrèa.* Mém.ing.agro., int, nati, agro., El Harrach 71p.
- Belkaid B. 1988.** *Etude phytoécologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie du Parc National de Théniet El Had.* Thèse d'Ing, Institut de Technologie Agricole, Mostaganem, 46 p.
- Bellmann H. 2008.** *Quel est donc ce papillon ?* Ed. Nathan, Paris, 449p.
- Bellmann H. 2012.** *Papillons.* Ed. Ulmer, Paris, 191p.
- Benia F. 2010.** *Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (Quercus ilex L.) Dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives.* Thème Doctorat d'Etat. Université Ferhat Abbas, Sétif. 250p.
- Benkhellil M. 1991.** *Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre.* O.P.U, Alger, 68p.
- Benkhelil M. et Doumandji S. 1992.** Notes écologiques sur la composition et la structure du peuplement des Coléoptères dans le parc national de Babor (Algérie). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, (57/3a):* 617 - 621.
- Benmechri S. 1994.** *Etude bioécologique des insectes phyllophages et des mangeurs des glands de trois chênaies subéraies-Afarecaie et Zeenaie de la forêt de Tamentout.* Thèse Mag. sci. bio. Uni.de Annaba, 106p.
- Bennas N. 2002.** *Coléoptères Aquatiques Polyphaga du Rif (Nord du Maroc) : faunistique, Ecologie Biogéographie.* Thèse en Sciences Biologiques, Univ. Abdelmalek Essaâdi, Fac. des Sci. de Tetouan : 383 p.
- Bentouati A. 2008.** La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 2, 203-208.
- Berkane S. 2011.** *Diversité et écologie des papillons de jour du Parc national de Taza (Jijel).* Mém. Magister Anal. Envr. Biod., Univ. Béjaia, 152p.
- Bernadzki E. 1983.** Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu (in Polish). [in]: Białobok S. (ed.), *Jodła pospolita – Abies alba Mill. Nasze Drzewa Leśne.* Warszawa, PAN – *Instytut Dendrologii:* 483–501.
- Berrayah M. 2004.** *Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes. Cas des Monts des Traras (W.Tlemcen).* Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 179 p.
- Bigot L. et Bodot P. 1972.** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera* – II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C): 229-249p.
- Blandin P. 1986.** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. Ecol.* 17 (4) : 215-307.
- Blondel J., Ferry C. & Frochot B. 1973.** Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1-2), 63–84.

- Blondel J. 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. I. la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 29 (4) : 533 - 589.
- Blondel J. 1979.** *Biogéographie et écologie*. Editions Masson, Paris, 173 p.
- Bohan D. A., Bohan A. C., Glend M., Symondson W.O.C., Wiltshire C.W. et Hughes L. 2000.** Spatial dynamics of predation by carabid beetles on Slugs. *Journal of Animal Ecology* 69: 367- 379.
- Bonneau P. 2008.** Mes pièges à insectes. [https://www.insecte.org/photos/archives/Mes\\_Pieges\\_A\\_Insectes](https://www.insecte.org/photos/archives/Mes_Pieges_A_Insectes). PDF 24p.
- Bonnet de Larbogne L. 1988.** *Rapport de stage effectué au laboratoire d'Entomologie du Muséum National d'Histoire Naturelle Zoologie Appliquée*. Mémoires de stage, Centre Orstom de Noumea, 21p.
- 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.
- Bornard A., Bassignana M., Bernard-Brunet C., Labonne S. et Cozic P., 2007.** *Les végétations d'alpage de la Vanoise : Description agroécologique et gestion pastorale*. Ed. Quae, Paris, 235p.
- Boudy P. 1950.** *Economie forestière Nord, Africaine. Monographie et traitement des essences forestières*. Edit. Larousse. T 2 Paris, France: p 529 – 619.
- Bouhraoua R.T. 2003.** *Situation sanitaire de quelques forêts de Chêne-liège de l'ouest algérien. Étude particulière des problèmes posés par les insectes*. Thèse de Doc, dép. fore. Fac. scie, Tlemcen, Algérie, 267 p.
- Boukreris F. 2008.** *Contribution à l'étude des insectes gallicoles des chênes (Hymenoptera, Cynipidae) dans le massif forestier Zariéffet – Hafir (Tlemcen)*. Mem.Mag.For. Univ. Tlemcen, 67p.
- Bouzara H. 2015.** *Diversité des Rhopalocères (Papillons de jour) dans le Parc National de Chréa*. Mém. Master II, Sci. Nat.Vie, Univer. Blida, 80p.
- Brustel H. 2004.** *Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Perspectives pour la conservation du patrimoine naturel*. Thèse de l'institut national polytechnique, Toulouse. Les dossiers forestiers n°13 : 297 p.
- Burel F., Baudry J., Butet A., Clergeau P., Delette Y., LE Coeur 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.



- Calmont B. 2012.** *Etude des Coléoptères saproxyliques de la vallée du Fossat*, commune de Job (63).Conservatoire des espaces naturels d'Auvergne et du Parc naturel régional Livradois-Forez, 144 p.
- Campbell R-W. and Sloan A-J. 1977.** Forest stand responses to defoliation by the gypsy moth. *For. Sci. Monogr.* : 19-34
- Capinera J-L. et Barbosa P. 1976.** Dispersal of first-instar gypsy moth larvae in relation to population quality. *Oecologia*, 26 (1) pp.: 53-64.

- 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.* (CIRADEMVT), France, 93p.
- Casault F. 2009.** *Agri-Nouvelles*. Ed. Matheu & Matheu
- Chadouli F. 2005.** *Contribution à l'inventaire de l'entomofaune en fonction de quatre ranches altitudinale de versants sud du parc national de T-E-H.* Thèse d'Ing, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 64 p.
- Chakali G., Benmati F. & Derbal K. 2001.** *Les ravageurs des chênes en Algérie.* Journées techniques phytosanitaires. INPV. Alger, 354 p.
- Chakali G et Ghelem M. 2008.** Etat sanitaire des subéraies en Algérie. *Annale de la recherche forestière au Maroc*, 39, 93–99.
- Chambon J-P., Fabre J-P. et Khemici M. 1990.** Trois nouvelles tordeuses d'Algérie, nuisibles aux conifères: *Epinothia algeriensis* sp. n. (Olethreutinae, Eucosmini), *Lozotaenia cedrivora* sp. n. et *Dichelia numidicola* sp. n. (Tortricinae, Archipini) [Lepidoptera Tortricidae] - *Bulletin de la Société entomologique de France*, vol. 95, pp. 131-138.
- Chara S. 1987.** *Etude comparée de la Biologie et de l'Ecologie de Calliptamus barbarus et Calliptamus wattenwyllianus (Orthoptera, Acrididea) de l'Ouest Algérien.* Thèse. Doc.Ing.Univ.Droit écon.Sci.Aix-Marseille. 190p.
- Chararas C. 1974.** *La pression osmotique des essences forestières et ses rapports avec l'installation des insectes xylophages in* Pesson.P- *Ecologie forestière.* Edi : Gauthier villart, 215 p.
- Chararas C. 1980.** *Ecophysiologie des insectes parasites des forêts.* Ed. Ets Jacques Vadebourg, Paris. 297p.
- Chevin H. 1966.** *Végétation et peuplement entomologique des terrains sablonneux de la côte ouest du cotentin.* Extrait des mém. SOCI. Nat. Scie. Nat. Math., Cherbourg, Paris. 138 p
- Chinery M. 2012.** *Insectes de France et d'Europe Occidentale.* Ed Flammarion. 320 pages
- Cibois F. 2007.** *Les méthodes d'analyse d'enquête.* Presses universitaires, Paris, 572 p.
- Claude A. 1995.** Les papillons en forêt. *Rev. For. Fr.* XLVII - 2-, pp. 170-172.
- 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.



-D-

- Daget J. 1976.** *Les modèles mathématiques en écologie.* Ed. Masson, Coll. d'écologie, Paris, 172p
- Dahmani M. 1996.** Diversité biologique et phytogéographique de chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia Mediteranea*, 22, 19–38.
- Dajoz R. 1972.** *Précis d'écologie.* Ed. Barda, Paris, 434 p.
- Dajoz R. 1980.** *Écologie des insectes forestiers. Ecologie fondamentale et appliqué.* Ed BORDAS, Paris. 489P.
- Dajoz R. 1982.** *Précis d'écologie.* Editions Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- Dajoz R. 1985.** *Précis d'écologie.* Ed. Dunod. 505 p.

- Dajoz R. 1998.** *Les insectes et la forêt*. Ed. Lavoisier, Paris. 594p
- Dajoz R. 2000.** *Insects and forests. The role of diversity and insects in the forest environment*. Paris, Intercept Ltd/Editions Technique et Documentation/Lavoisier Publishing. 668p.
- Dajoz R. 2003.** *Précis d'écologie*. 7ème édition, Ed. Dunod, Paris, 615 p
- Dajoz R. 2007.** *Les insectes et la forêt* (2ème édition). Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Lavoisier, Paris. 648 pages.
- Dall Asta U. et de Prins J. 2006.** Les papillons du MRAC. *Science Connection*. 10 : 2-6.
- De Martonne. 1926.** Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. *La météo*. pp : 449-459.
- De Prins W. 1983.** Systematische Naamlijst van de Belgische Lepidoptera. *Entomobrochure*, 4, 1–57.
- De Prins W. 2008.** *Scrobipalpa proclivella* (Lepidoptera: Gelechiidae), a species new to Belgium. *Phegea* 36 (2), 57–58.
- De Prins W. 2016.** Catalogue of the Lepidoptera of Belgium. *Entomobrochure*, 9, 1–279.
- De Prins W. & De Prins J. 2014.** *Metalampra italica* (Lepidoptera: Oecophoridae), also in Belgium. *Phegea*, 42 (2), 26–28.
- De Prins W., Steeman Ch. & Sierens T. 2015.** Interessante waarnemingen van Lepidoptera in België in 2014 (Lepidoptera). *Phegea*, 43 (4), 98–103.
- De Prins W. & Mazzei P. 2016.** Some faunistic notes on selected moth species (Lepidoptera) from the Seychelles. *Phelsuma*, 24, 21–34.
- Demnati F. 1997.** *Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne-liège dans la région d'El Rkala*. Thèse. Mag.Inst.Nat.Agro. El Harrach, 70p.
- Demolin G. & Rive. 1968.** La processionnaire du pin en Tunisie. *Annales de L'INRF de Tunisie*, 1(1), 1–19.
- Dennis R.L.H. 1991.** Climatic Change and the British Butterfly Fauna: Opportunities and Constraints. *Biological Conservation* 55: 1-16.
- Derbal R. 2000.** *Contribution à l'étude des insectes des glands dans les yeuseraies de la région de Ras- El-Oued (Bordj-Bou-Arréridj)*. Mem.Ing. Inst.Nat.Agro. El Harrach, 64p.
- Deschamps-Cottin M., Descimon H., Roux M. 1997.** Valeur trophique des plantes nourricières et préférence de ponte chez *Parnassius apollo* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 320 (5), 399–406.
- De Vries P-J. 1987.** *The butterflies of Costa Rica and their natural history*. Princeton Academic Press, 327p.
- Dierl W. & Ring W. 2009.** *Guide des insectes (la disparation, l'habitat, les mœurs)*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 240 p.
- Diomande D., Gourene G. & Tito de Morais L. 2001.** Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* (Siluriformes : Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia, Côte d'Ivoire. *Cybium*, 25 (1), 7–21.
- Djellouli Y. 1981.** *Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud Oranais (Wilaya de Saida)*. Thèse de doctorat 3eme cycle, USTHB.
- Djoudi M. et Khelifi B. 2008.** *Etude phyto-sociologique et phytoécologique dans le Parc National de Théniet El Had par l'utilisation d'un SIG*. Thèse Ing, univ Tiaret, 2008, 66 P.

**Dray F. 1999.** *Utilisation des listes d'occurrences spécifiques spatialisées en écologie et en biogéographie.* Diplôme d'études approfondies. 28p

**Dreux P. 1980.** *Précis d'écologie.* Ed. Presses universitaires de France. 231 p

**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.

**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.

**Duvigneaud P. 1980.** *La synthèse écologique.* Ed. Doin, Paris, 380 p.



**-E-**

**Efetov K., Hofmann A. & Tarmann G. 2014.** Application of two molecular approaches (use of sex attractants and DNA barcoding) allowed to rediscover *Zygaenoprocris eberti* (Lepidoptera, Zygaenidae, Procridinae), hitherto known only from the female holotype. *Nota Lepidopterologica* 37 (2), 151–160.

**Eliasson CU., Ryrholm N., Holmer M., Jilg K, et Gärdenfors U. 2005.** *ationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Fjärilar: Dagfjärilar. Hesperidae-Nymphalidae.* Art Databanken, SLU, Uppsala.

**Emberger L. 1930.** La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev.gen.bot* :40-42.

**Emberger L. 1942.** Un projet de classification des climats de point de vue phytogéographique. *Bull. soc. Hist. Nat. Toulouse*, 77 : 97- 124.

**Erhardt A. et Thomas J.A. 1991.** *Lepidoptera as indicators of changes in the semi-natural grasslands of lowland and upland Europe.* In: Collins, N.M., Thomas, J.A. (Eds.), *the Conservation of Insects and Their Habitats.* Academic Press, London, 237p.

**Erhardt A. 1985.** Diurnal Lepidoptera: sensitive indicators of cultivated and abandoned grasslands. *Journal of Applied Ecology* 22, 849–861.

**Escourou G. 1980.** *Climat et environnement : les facteurs locaux du climat.* Ed. Masson, collection géographie, 180 p.

**Essayan R., Jugan D., Mora F. et Ruffon A. 2013.** *Atlas des Papillons de jour de Bourgogne et Franche-Comté.* *Revue Scientifique Bourgogne- Nature Hors-Série* 13, 494p.



**-F-**

**Fabre J.P. et Khemici M. 1991.** Un nouveau ravageur du sapin de Numidie en Algérie, la tordeuse, *Dichelia numidicola*. *Séminaire International sur les Sapins Méditerranéens, Avignon, France, 11-15 juin 1990, Ducrey & Oswald ed. CECA-CEE-CEEA, Bruxelles*, 321-332.

**Fabre J-P. 1988.** Possibilités d'infestation par les pucerons: *Cedrobium laportei* Remaudière, *Cinara cedri* Mimeur (Homoptera, Lachnidae), chez le genre *Cedrus*. *Ann, Sci.For*, 45(2) : 125-140pp.

**Fabre J-P. 1989 a.** Elevage de *Pauesia cedrobii* (Hym.: Aphidiidae), parasite du puceron du cèdre de l'Atlas: *Cedrobium laportei* (Hom.: Lachnidae). • *Entomophaga*, vol. 34, pp. 381-389.

- 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 semiarides dans la région de Bouira.* Mém. Ing. Eco. Envir., Univ. Béjaia, 98p.
- Faure É. 2007.** Suivi de milieux ouverts dans le parc naturel régional du Luberon par des papillons de jour (Rhopalocères) bioindicateurs. *Courrier scientifique du parc naturel régional du Luberon*, n° 8-2007, 86–101.
- Faurie C., Ferra C. et Medori P. 1984.** *Écologie.* Éd. Baillière J. B., Paris.168p.
- Faurie C., Ferra C. et Medori P. 1980.** *Ecologie.* Ed. Ballière, Paris, 168p.
- Feesta A., VAN Swaay C., Aldredd T.D., et Jedamzikh K. 2011.** The biodiversity quality of butterfly sites: A metadata assessment. *Ecological Indicators* 11, 669–675.
- Félix A-E. 2008.** *Ecologie chimique et approche phylogénétique chez trois espèces de lépidoptères africains du genre Busseola (Noctuidae)* *Ecologie*, Université Paris Sud - Paris XI, 2008. Français.184p.
- Fendil A. 2007.** *Etude des insectes liés aux cônes du cèdre de l'Atlas (Cedrus Atlantica. M) dans le parc national de Theniet el Had,* Thèse d'Ing, Université Ibn Khaldoun, Tiaret p. 67.
- Fichefet V. 2006.** Plein phare sur nos papillons forestiers. *Echo des Réserves*, N°2, pp.8-11.
- 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.
- Forbush E-H. et Fernald C-H. 1986.** *The gypsy moth wright and potter printing co., Stude printers,* Boston 49 pp.
- Fouillet P. 1998.** Etude entomologique du Marais du curnic en Guissény (Finistère). Analyse des richesses des différents biotopes et propositions de mesures de gestion conservatoire favorables aux invertébrés. *Etudes Faunistiques et Ecologiques*, 6–30.
- Franck A. 2008.** *Capture- Conditionnement- Expedition- Mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification.* Cirad, Réunion, Paris, 53p.
- Fritah S. 1984.** *Eude de l'entomofaune du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica-M) dans les régions de Batna et Khenchela.* Mém. ing.agro,int, nati, agro., El Harrach,73p.
- Frontier S. 1983.** *L'échantillonnage de la diversité spécifique.* In: Stratégies d'échantillonnage en écologie, pp 416-436. Ed. par S. Frontier. Paris: Masson-Presses de l'université Laval.
- Fuhrer J. 2003.** Agroecosystem responses to combination of elevated CO2, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems et Environment* 97, 1-20.



-G-

- Gachi M., Khémici M. & Zamoum M. 1986.** Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre T. bonjeani Powell (Lepidoptera thaumetopoeidaé). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 1, 53–63.
- Gachi M. 1994.** Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du Cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera ; Thaumetopoeidae). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 27, 527–537.

- Gachi M., Kerris T. et Saï K. SD.** *Les insectes ravageurs et les champignons pathogènes des forêts de chêne liège.* Institut National de la Recherche Forestière, Alger.
- Gagnon A.E., Roy M. et Roy A. 2012.** Impacts directe et indirecte des changements climatiques sur les ennemis des cultures. Document de synthèse, Gouvernement du Québec 80p.
- Garon D., Guéguen J.C. et Rioult J.P. 2013.** *Biodiversité et évolution du monde vivant.* Ed. EDP Sciences, France, 201p.
- Ghanem A. 1992.** *Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne-liège (Quercus suber L.) dans la région de Larbatache (Boumerdès).* Thèse Ing. Inst.Nat. Agro. El Harrach. 43p.
- Ghanem R. 2014.** *Facteurs biotiques impliqués dans l'état sanitaire des subéraies du Nord Est Algérien. Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et les glands,* Mémoire de Doctorat en écologie animale, Université Badji Mokhtar. Annaba (Algérie), 197p.
- 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.
- Gillard M. 1991.** Les papillons migrants en Belgique – *Insectes*, 83 : 21-22
- Goater B., Ronkay L. et Fibiger. M 2003.** *Noctuidae Europaeae. Catocalinae, Plusiinae.* vol.10. Entomological Press, Sorø.
- 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.
- Grill A. et Cleary D.F.R. 2003.** Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia. *Biological Conservation*, 114, 427- 436.
- Gruwier C. 2008.** A la découverte des papillons de nuit. Ed. *Cercles des naturalistes de Belgique*, Vol.3, p.p. 2-4
- Guettala-Frah N. 2009.** *Entomofaune, Impact économique et Bio écologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aurès.* Thèse de doctorat agro., Univ. Batna, 166 p.
- Guiot J. 1986.** Sur la détermination de régions climatiques quasi-homogènes. *Rev.Stat.App* : 34 (02) : 15-34.



**-H-**

- Haahtel A T., Saarinen K., Ojalainen P. et Aarnio H. 2012.** *Guide photo des papillons d'Europe.* Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 383p.
- Habel J.-C., Schmitt T., Härdtle W., Lütkepohl M. & Assmann T. 2007.** Dynamics in a butterfly-plant system: influence of habitat characteristics on turnover rates of the endangered lycaenid *Maculinea alcon*. *Ecological Entomology*, 32 (5): 536-543
- Habib N. et Zoubir M. 2011.** *Contribution à l'étude de la biodiversité végétale du Parc National de Theniet El Had « cas du Canton Pépinière ».* Thèse d'Ing, univ Tiaret, 46P.
- Habib N. 2013.** *Contribution à l'élaboration d'une liste rouge de la flore vasculaire du Parc National de Théniet El Had (W. Tissemsilt).* Thèse de Master 2, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 51 p.

- Hacker H.H. 1989.** Die Noctuidae Griechenlands. Mit einer Übersicht über die Fauna des Balkanraumes (Lepidoptera, Noctuidae) *Herbipoliana*. Bd.2.S.1-598.
- Haddar L. 2007.** *Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune de la cédraie du parc national de Chréa (Blida)*. Thèse mag. , Institut National Agronomique, Alger, 106 p.
- Hadji O. 1998.** *Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica.M) au parc national de Theniet EL Had (wilaya de Tissemsilt)*. Thèse magistère. INA.Alger. 146p.
- Hanski I. et Cambfort Y. 1991.** *Competition in dung beetles*, 481 pp. In I. Hanski and Cambefort (eds), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- 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.
- Harmon M-E., Franklin J-F., Swanson F-J., Sollins P., Gregory S-V., Lattin J-D., Anderson, N-H., Cline S-P., Aumen N-G., Sedell J-R., Lienkaemper G-W., Cromack K., Cummins K-W. 1986.** Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15, 133-302.
- Harmon M-E., Moreno A., Domingo J-B. 2009.** *Effects of Partial Harvest on the Carbon Stores in Douglas-fir/Western Hemlock Forests, A Simulation Study*. 791p.
- Hartmann G., Blank R., 1992.** Winterfrost, Kahlfrass und Prachtkäferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Norddeutschland. *Forst u. Holz*, 47 (15): 443-452.
- Hausmann A. 1988.** *Thera britannica* (Turner, 1925) (= *Thera albonigrata* Gornik) in Südbayern (Lep., Geom.). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 37 (4), 101–103.
- Hausmann A. 2011.** *Faszination Biodiversität*. In Herzog, E. & H.-C. Bauer, *Blickpunkt: Darwin*. Books on Demand, Salzburg, 211 p.
- Hausmann A. 2015.** Jagd nach urweltlichen Geometriden in Südafrika. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 64 (1/2), 62–63.
- 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.
- Heppner J-B. 1991.** *Brachyptery and aptery in lepidoptera*. *Tropical Lepidoptera*, 2(1): 11-40 Florida State Collection of Arthropods Bureau of Entomology, DPI, FDACS, P.O. Box 147100, Gainesville, FL 32614, USA.30 P.
- Hervé T. 2009.** *Guide des papillons communs de France*. Ed. Sud Ouest, France, 112p.
- Hervouet L. 1986.** Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de *Pinus* dues à deux défoliateurs forestiers. I - Cas de la processionnaire du Pin en région méditerranéenne. *Annales des Sciences forestières*, 43 (2), 239–262.
- 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.
- Honek A. 1998.** The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Ecobiologia* 32: 233-242.

**Huberty A-F., Denno R-F. 2004.** Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecology* 85:1383–1398

**Hublé J. 1984.** *Nos insectes*. Ed. Caisse Rurale France, 107p.

**Hughes R-D. and Walker J. 1970.** *The role of food in the population dynamics of the Australian bush flies*. In: Watson, A. (Ed.), *Animal populations in Relation to their Food Resources*. Blackwell, Oxford, 336 p.



**-I-**

**Idder-Ighili H. 2008.** *Interactions biologiques et agronomiques entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) et quelques variétés de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien)*. Thèse Magister Agronomie Saharienne, Univ. Ouargla. 102 p.



**-J-**

**Jacquet J-S. 2012.** *Impacts des défoliations de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur la croissance du pin maritime (*Pinus pinaster*)*. Thèse doctorat, Université de Bordeaux, 140 p.

**Jancovic L. 1958.** Dynamism of the gypsy moth population at Jakovacki. Kljuc. Zast. Bilja pp.: 35-46.

**Jaulin S. & Baillet Y. 2007.** *Identification et suivi des peuplements de Lépidoptères et d'Orthoptères sur l'ENS du Col du Coq - Pravouta*. Rapport d'étude de l'OPIE-LR, Perpignan, 107 p.

**Joaquín Baixeras A. 2015.** Book Review: *Eucosma* Hübner of the Contiguous United States and Canada (Lepidoptera: Tortricidae: Eucosmini). *Nota Lepidopterologica*, 38 (2), 157–158.

**Jérémy D., Daniel V. & Fabien V. 2014.** *Expérience territoires de conciliation Homme-Nature. Les Hétérocères ou « Papillons de nuit »*. Groupe Associatif Estuaire, Paris, 2 p.

**Jobin L. 1979.** Tête à tête avec la spongieuse. *Forêt Conservation* 46 (1) pp.: 11-14.

**Jobin L. 1982.** Observations sur le développement de la spongieuse *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera) sur deux conifères de l'Ouest canadien, le douglas laxifolie et la pruche occidentale. *Rev. Rech. Serv. Canadien des Forêts* Vol 2. n°2 pp.: 11-13

**Jonsen I. et Fahrig L. 1997.** Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape Ecology* 12(3):185-197.

**Julie M. 2009.** Le petit monde des insectes. Fiche technique d'entomologie. CPIE du vercors 15p.



**-K-**

**Kacha S. 2009.** *Contribution à l'étude de quelques facteurs causaux du dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet el Had*. Thèse d'Ingénieur, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 106 p.

**Karlson M. and Luscher M. 1959.** Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183: 55-56.

**Kerris T. 1987.** *La tordeuse des pousses de pin (*Rhyacionia buoliana* Schiff.), répartition, dégâts et lutte en Algérie*. Séminaire international sur les techniques de luttés contre la désertification, Alesco, Bou-Sâada, 1-25.

**Kerris T. 1997.** Les principaux ravageurs des chênes: La spongieuse *Lymantria dispar* L. Communication: Journée d'étude Mai 1997 CFATS-Jijel.

**Kerris T. 2001.** La spongieuse *Lymantria dispar* (L.), Rech. For. En Algérie pp2-6.//14p.

**Khemici M. 2001.** Protection des cédraies en Algérie : Inventaire des insectes ravageurs et réseaux d'avertissement et de lutte. In : *Workshop on Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region.* University of Beirut, Liban, 10–18.

**Khous M-G. 1993.** Etude écologique des pontes du *Lymantria dispar* (L.) en chênaie verte de Tikjda (Parc National ) *Ann. Rech. For. En Algérie* V1/93 pp.: 19-29.

**Klepac D. 1959.** Détermination de la perte d'accroissement dans la forêt attaquée par *Lymantria dispar*. Sumarski List. Zagreb Mazuranicev trg. br. Août-Sept. 1959.

**Kocher L. 1958.** Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc . VII. - *Travaux de l'institut scientifique chérifien, Série Zoologie*, 14, 243-256.

**Kravchenko V-D., Fibiger M., Hausmann A. and Müller G-C. 2007.** *The Lepidoptera of Israel. 1. Erebidæ.* 320 P.

**Kolb T-E., Dodds K-A. and Clancy K-M. 1999.** Effect of western spruce budworm defoliation on the physiology and growth of potted Douglas-fir seedlings. *For. Sci.* 45:280–291.

**Kouar F. 2008.** *Contribution à l'inventaire de la flore des mares temporaires du Parc National de Théniet El Had,* Thèse Ing, univ Tiaret, 66 P.

**Krebs CH. 1999.** *Ecological methodology.* Second edition. Edition Addison Wesley Longman. 620 p.

**Kristensen, N. P. 1999.** *Evolution, systematics and biogeography, in Handbook of zoology, Volume IV: Arthropodia: Insecta,* D. Gruyter, Berlin, New-York.

**Kulman HM. 1971.** Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. *Ann. Rev. Ent.* 16: 289-324.



-L-

**Lafontaine J-D. & Fibiger M. 2006.** Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Canadian entomologist* 138: 610–635.

**Lafontaine J-D.& Schmidt B-C. 2010.** Annotated checklist of the Noctuoidea (Insecta, Lepidoptera) of North America north of Mexico. *ZooKeys*, 40 : 1-239.

**Lafranchis T. 1997.** *Les papillons.* Ed. Du chêne, Coll. « Carnets Nature », Paris, 95p.

**Lafranchis T. 2000.** Les papillons de jour de France, de Belgique et du Luxembourg et leurs chenilles. *Collection Parthénope, éditions biotope, Mèze France, 448 p.*

**Lagabrielle E. 2007.** *Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de la Réunion.* Thèse de Géographie, Université de la Réunion, 166 p.

**Lakkis S. 1990.** Composition, diversité et successions des copépodes planctoniques des eaux libanaises (Méditerranée Orientale). *Oceanologica Acta*, Vol. 13, 4, 489-501.

**Landin B-O. 1961.** Ecological studies of dung beetles. *Opusc. Entomol. Suppl.* 19: 1-228.

**Laribi M. 2007.** Étude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). 75-85PP.

**Larsson S. et Björkman C. 1993.** Performance of chewing and phloem feeding insects on stressed trees. Scandinavian. *Journal of Forest Research* 8: 550-559.

**Le Houerou H-N., Claudin J., Pouget M. 1977.** Etude bioclimatique des steppes Algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. *Bull. Soc. Hist. Afr. Nord* : 36-40.

**Leather S.R., Bale J.S. and Walters K.F.A. 1993.** *The Ecology of Insect Overwintering*. Cambridge University Press, Cambridge. 255 pp.

**Leraut P. 1992.** *Les papillons dans leur milieu*. Ed. Bordas, France, 256 p.

**Leraut P. 2006.** *Papillons de nuit d'Europe* V1.N.A.P Ed.3, chemin des hauts graviers, France, 387p.

**Leraut P. 2012.** *Papillons de nuit d'Europe*. Volume 3. Zygènes, Pyrales 1 et Brachodides. N.A.P. Ed: 599 p.

**Leraut P. 2014.** *Papillons de nuit d'Europe* V4.N.A.P Ed.3, chemin des hauts graviers, France, 437p.

**Lévêque C. 2011.** *La Nature en débat : Idées reçues sur la biodiversité*. Ed. Le Cavalier Bleu, Paris, 173p.

**Li H.H. 2002.** *The Gelechiidae of China [I] (Lepidoptera: Gelechioidea)*. Nankai University Press, Tianjin, 538 p.

**Lizée M.H. Bonardo R., Mauffrey J.F., Bertaudieremontes 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.



-M-

**Maatoug M. 1992.** *Bio-écologie de la processionnaire du pin : Thaumetopoea pityocampa (Lep-Thaum) et estimation des dégâts dans la forêt de Nador (Tiaret)*. Thèse d'Ing forestier, université de tlemcen, 122 p.

**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.

**Madoui A. 2000.** Les incendies de forêts en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt méditerranéenne*, 23, n°1,23p.

**Magurran A.E. 1988.** *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton: Princeton University Press.

**Magurran A. E., 2004.** *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford, 215p.

**Mairif M. 2013.** *La typologie de la cédraie du Parc National de Théniet El Had, Un outil de description au service des gestionnaires forestiers*. Mémoire de Magistère en sciences Forestières, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen (Algérie), 144p.

**Malphettes C-B. 1990.** *Les défoliateurs du chêne*. Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts INRA, 191–197.

**Manil L., Lerch A., Edelist C. et al. 2009.** *Suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF)*. Association des Lépidoptéristes de France (ALF), Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Paris. 41 p.

**Manil L. & Cuvelier S. 2014.** *Nymphalis xanthomelas* (Esper, 1781). Migration massive sans suite ou expansion durable ? (Lepidoptera : Nymphalidae). *Lépidoptères*, 23 (58), 69-74.

**Margules CR. Pressey RL. 2000.** Systematic conservation planning. *Nature* 405:243–253.

- Marshall S-A., Anderson R-S., Roughley R-E., Behan-Pelletier V. & Danks H-V. 1994.** Terrestrial arthropod biodiversity : planning a study and recommended sampling techniques. A brief. *Bulletin of the Entomological Society of Canada* 26 (1), Supp. 33 p.
- Martiré D., Merlier F. & Turlin B. 2016.** *Guide des plus beaux papillons et leurs fleurs favorites*. Ed. Belin, Paris, 383 p.
- Mattson W. et Haack R. 1987.** *The role of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects*, Academic Press, London.
- Mazel R. 1993.** Les lépidoptères littoraux du Roussillon. Leurs rapports avec les zones humides côtières (Insecta Lepidoptera). *Alexandria*, 18 (3): 131-145.
- Mckinney M-L. 2008.** Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystem*, 11: 161-176.
- Mehenni M-T. 1994.** *Recherches écologiques et biologiques sur les coléoptères des cédraies Algériennes*. Thèse doctorat en sci.nat.,univ. sci. tech. Houari Boumediene, Alger, 320p.
- Melazem B. 1990.** *Etude des facteurs limitant de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas Cedrus atlantica Manetti dans le parc national de Theniet*. *El.Had*. Thèse, Ing, USTHB-Bab Ezzouar- Alger. 61 p
- Melizi N. 1988.** *Contribution à l'inventaire de l'entomofaune du chêne vert (Quercus ilex L) dans le parc national de Belezma (Batna)*.65p. Ref incomplète
- Meziane B. 2017.** Les coléoptères saproxyliques des Monts d'Ouarsenis (Nord-Ouest Algérien) : cas du Parc National de Theniet El Had. Thèse de Mag, Dép. Eco. Env, Univ. Tlemcen, Alger, p. 130
- Meziane B. 2008.** *Contribution à l'évaluation d'une compagne de lutte aérienne contre la chenille processionnaire du pin (Thaumetopoea pityocampa schiff) dans la cédraie de Theniet El Had*. Thèse Ing, Institut National Agronomique El Harrach, Alger (Algérie). 87p.
- Mirault J. et Regad J. 1992.** Le point sur la situation phytosanitaire du pin d'Alep. *Forêt méditerranéen* T.XIII, n° 3 : 221- 223.
- Morsli S. 2005.** *Ecologie des pontes et des nids de la processionnaire du pin Thaumetopoea pityocampa Denis et Schiffermüller (Lep., Thaumetopoeidae) dans la cédraie du parc national de Chréa, et dans la pinède de la région de Djelfa*. Mém. ing. agro., inst, nati, agro., El Harrach, Alger,65p
- Mouna M. 1982.** *Recherches écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre (Cedrus atlantica) dans le moyen Atlas Marocain*. Thèse de doc. en éco. Méditerranéenne, option zooécologie, 121p.
- Müller Y. 1985.** *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio-européen*. Thèse Doc. sci., Univ. Dijon, 318 p.
- Müller-Stöver D. & Kroschel J. 2005.** The potential of Ulocladium botrytis for biological control of Orobanche spp. *Biol Control*, 33: 301-306.



**Nacéri O. 2005.** *Contribution à l'étude de l'offre fourragère d'une parcelle mise en défens au niveau du Parc National de Théniet El Had*. Thèse Ing, univ Tiaret, 62P.

- Naggaz M. 2010.** *Etude symptomatique du dépérissement du Cèdre de l'atlas (Cedrus atlantica Manetti) dans le parc national de Theniet El Had (W. Tissemsilt).* Mémoire Magister. Forest. Univ. Tlemcen, 155p.
- Neggaz B. 2005.** *Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne liège (Quercus suber) dans le parc national de T-E-H.* Thèse d'Ing, Université de Ibn Khaldoun, Tiaret, 66 p.
- Natur et Ęmwelt. 2012.** *Les papillons de jour du Luxembourg.* Ed. Natur & Ęmwelt Fondation, 41p.
- New T-R., Pyle R-M., Thomas J-A., Thomas (Ch.D.), Hammond (P.C.). 1995.** Butterflies conservation management.- *Annual Review Entomology*, vol. 40, pp. 57-83.
- Nezar K., Benyahia D., 2005.** *Contribution à la connaissance des plantes fourragères au niveau du Parc National de Théniet El Had.* Thèse Ing, univ Tiaret, 65P.
- Nichane M, bouchikhi tani Z et khelil AK .2013.** *Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des traras occidentaux,* Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Lebanese Science Journal, Vol. 14, No. 2.
- Nieukerken E.J. van., Kaila L., Kitching I.J. & al. 2011.** Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang Z-Q ed. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148, 212–221.
- Nowacki J. 1998.** The noctuids (Lepidoptera, Noctuidae) of Central Europe. Bratislava. 51 p + plates
- Noé Conservation 2012.** Protocole Papillons comment reconnaître les papillons ? Ed. Noé Conservation, 28 p.
- Numa C., van Swaay C., Wynhoff I., Wiemers M., Barrios V., Allen D., Sayer C., López Munguira M., Balletto E., Benyamini D., Beshkov S., Bonelli S., Caruana R., Dapporto L., Franeta F., Garcia-Pereira, Karaçetin E., 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. and Welch H. 2016.** *The status and distribution of Mediterranean butterflies.* IUCN, Malaga, Spain. x + 32 pp.



- Oberthür C. 1876.** Faunes entomologiques descriptions d'insectes nouveaux ou peu connus. Etude sur la faune des lépidoptères d'Algérie. *Etudes d'Entomologie*, 1, 1–74, pls I–IV.
- Oberthür C. 1915.** Faune des lépidoptères d'Algérie. *Etudes de Lépidoptérologie comparée*, X, 07–195.
- 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.
- Olsen L- H., Sunesen J et Pedersen B-V.2000.** *Les petits animaux des bois et des forêts : Tous les invertébrés du milieu forestier,* Éd Delachaux et Niestlé.
- OPIE. 2013.** *Formations entomologiques professionnelles.* Brochure, Ed. Office pour les insectes et leur environnement, 15p.
- Orth d. et Balay C. 2011.** *Biodiversité des prairies permanentes : une méthode simple de diagnostic.* Ed. Educagri, Paris, 141p.

- Oszako T. 2007.** Przyczyny masowego zamierania drzewostanów debowych (in Polish). *Sylwan*, 151: 69-72.
- Ouin A. & Burel F. 2002.** Influence of herbaceous elements on butterfly diversity in hedgerow agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 45–53.
- Owen D-F. 1971.** Species Diversity in Butterflies in a Tropical Garden. *Biological Conservation*, Vol. 3, N°3, pp. 191-198.
- Owen D-F. 1975.** Estimating the abundance and diversity of butterflies. *Biol. Conserv.*, (8), 173-183.
- Ozenda P. 1982.** *Les végétaux dans la biosphère*. Doin. Ed: Paris, 431p.
- Ozenda P. 1986.** *La cartographie écologique et ses applications*. Ed. Masson., Paris, 155p.
- Pages, J. 2013.** *Coléoptères Saproxyliques de l'A.P.B. de La Peyroustarié. 2011-2012, Montagnes de l'Espinouse (Hérault) – MLHL, ONCFS - 32 p.*



-P-

- Patterson D-T., Westbrook J-K., Joyce R.J.V., Lingren P-D., Rogasik J. 1999.** Weeds, insects, and diseases. *Climatic Change* 43, pp 711-727.
- Paulian R. 1953.** Observation sur les *Boroceras* de Madagascar, papillons séricigènes. *Nat. Malgache*, 5(1), 69-86.
- Perette L-N., Spill F. & Rauch M. 2009.** *Les Papillons de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord*. Eguelshardt, Cicogna, 324 p. [chapter pagination 209–210].
- Perron J-M. 1994.** La conservation des spécimens d'insectes. Techniques Entomologiques. *Insectes*, n° 93(2), 21-24p.
- Peyerimhoff P. 1919.** Notes sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord africain, 3ème série, *Ann. Soc. entomol. Fr.*, 88, 169-258
- Piene H. and Little C.H.A. 1990.** Spruce budworm defoliation and growth loss in young balsam fir: artificial defoliation of potted trees. *Can. J. Forest Res.*20: 902–909.
- Pogue M-G. 2012.** The Aventiinae, Boletobiinae, Eublemminae, Pangraptinae, Phytometrinae, and Scolecocampinae (Lepidoptera: Noctuoidea: Erebiidae) of Great Smoky Mountains National Park, U.S.A. *Zootaxa*, 3153: 1–31.
- Pollard E. 1977.** A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Boil. Conserv.*(12),115-134.
- Ponel P. 1983.** Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes spasmophiles de L'isthme de Giens. *Trav. Sci- parc national port- Crow, Fr.*, (9): 149- 182.
- Poole R-W. 1989.** Lepidopterorum catalogus. Fascicule 118, 3 vol. Washington, J.B. Heppner, 1314 p.
- Porte B. 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.
- Primack R-B.1993.** *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.

**P.N.T.H. 2017.** *Direction du Parc National de Théniet El Had* (Département des ressources naturelles). Présentation sur le Parc National De Theniet El Had, 14 p.



**-Q-**

**Quezel P. & Santa S. 1957.** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. CNRS, Paris, 2 tomes, 1170p.

**Quezel P. & Santa S. 1962.** *Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome I. CNRS, Paris, 1962, pp 1-565.

**Quezel P. & Santa S. 1963.** *Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II. CNRS, Paris, 1963, pp 565-1091.



**-R-**

**Rahim N. 2015.** *Bio-écologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera, Notodontidae) dans le Djurdjura*. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique, Alger, 113 p.

**Ramade F. 1984.** *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Editions Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

**Ramade F. 1993.** *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*. Ed. Ediscience international, Paris, 822 p.

**Ramade F. 2003.** *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale*. 3ème édition. Dunod. Paris, Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes.

**Ramade F. 2005.** *Elément d'écologie (écologie appliqué)*. 3 éditions, DUNOD, Paris, 690 P.

**Ramade F. 2008.** *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité Paris: Dunod.*, 726P.

**Rameau J-C. 1987.** *Contribution phytoécologique et dynamique a l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France*. Thèse Doc. Es. Sc. Nat. Univ. De France Comte.334p.

**Rands 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.

**Razafimanantsoa T-M. et al., 2013.** Silk moth inventory in their natural *Tapia* forest habitat (Madagascar): diversity, population dynamic and host plants. *Afr. Entomol.*, 21(1), 137-150

**Regnier J. 2009.** Prédire la répartition continentale des insectes à partir de leur physiologie. *Unasylva* 231/232. Vol (60). pp 37-40

**Rekmouche M. et Rezig N. 2010.** *Contribution à l'inventaire floristique au niveau du Parc National de Théniet El Had W. Tissemsilt*. Thèse Ing, univ HBB Chlef, 68P.

**Remini L. & Moulai R. 2015.** La diversité et la structure des populations de papillons dans les agro-écosystèmes de Mitidja (Algérie). *Zoology and Ecology*, 11 p.

**Remini L. & Moulai R. 2017.** *Diversité et écologie des Papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) dans les agro-systèmes et les milieux naturels de l'Algérois*. Thèse.Doc. Ins. Nat. Agro, Alger, 218 p.

**Riba G. et Silvy Ch. 1989.** *Combattre les ravageurs des cultures : Enjeu et perspective*. Ed I.N.R.A. Paris.230p.

**Rids Dill-Smith T-J. & Hall G-P. 1984.** Beetles and mites attracted to fresh cattle dung in southwestern Australian pastures. *CSIRO Division of Entomology Report*. No. 34.

**Riou 2016.** Les papillons de nuit n'existent pas ! *Eau & Rivières*, n° 175 : 10

**Robert P-A. 2001.** *Les insectes*. Lausanne [CHE] : Delachaux & Niestlé 4. ed. 200 illus., édition révisée par J. d'Aguilar 461P.

**Robineau R. 2007.** *Guide des papillons nocturnes de France*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 288 p.

**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.

**Roth FX. 1980.** Micro organisms as a source of protein for animal nutrition. *Anim. Res. Dev.*, 12: 7-19.

**Rothschild L., Hartert E. & Jordan K. 1920.** Algerian lepidoptera. Explanation of figures on plate. *Novitates Zoologicae*, XXVII, 544 p.

**Rouault G., Candau J-N., Lieutier F., Nageleisen L.M., Martin J.C., Warzee N. 2006.** Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Annals of Forest Science*. 63: 613–624.

**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, no 6 : 1121-1127.

**Rungs E. 1979.** *Catalogue raisonné des lépidoptères du Maroc, Inventaire faunistique et observations écologiques*. Institut scientifique, Rabat, Tome I (1979), 1–222, Tome II (1981), 223–583.



-S-

**Saadoun H., 1989.** *Les insectes du chêne vert (Quercus ilex L.) dans la forêt du massif de Zaccar (Miliana)*. Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. EL Harrach. Alger. 98p.

**Saeed R., Sayyed A-H., Shad S-A. & Zaka S-M. 2010.** Effect of different host plants on the fitness of diamond-back moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Prot.*, 29, 178-182

**Samraoui B. 1996.** Breeding status and range expansion of *Danaus chrysippus* (Linnaeus, 1758) in the Algerian Sahara (Lepidoptera: Nymphalidae Danainae) *Nota Lepidopterologica. Societas europaea lepidopterologica* 19 ; 261-263p

**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.

**Sarmoum M. 2008.** Impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*). Diagnostic dendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet El Had. Thèse Mag, 86p. USTHB. Alger

**Sawchik J., Dufrière 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.

**Scherrer B. 1984.** *Biostatistique*. Morin gaetan ISBN 10: 2891050932 .278P.

- Schleicher J. 2006.** Le peuplement de lépidoptères rhopalocères et d'odonates du bassin versant de la Drôme. État des lieux et mise en place d'un suivi des rhopalocères, d'odonates et des macrophytes aquatiques comme descripteurs des milieux alluviaux et fontinaux du bassin versant. FRAPNA Drôme & CCVD. 148
- Schowalter T-D. 2006.** *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Second edition. Illustrée, *Academic Press*, 012088772X, 9780120887729, 572 p.
- Scriber J-M. 1977.** Limiting effects of low leaf-water content on the nitrogen utilization, energy budget, and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae). *Oecologia*, 28, 269-287
- Scriber J-M. & Slansky F.Jr. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 26, 183-211.
- Seltzer P. 1946.** *Le climat de l'Algérie*. Imp. Latypo et Jules Carbone. Alger, 220p.
- Sghaier T., Khouja M.L. et Ben Jamaa M.H. 1999.** *Effet de la hauteur des arbres sur le comportement des provenances de pin d'Alep vis à vis des attaques de la processionnaire*. Institut National de Recherches en Génie Rural Eaux et Forêts, Tunis.
- Shields O. 1989.** World numbers of butterflies. *J. Lepidopt. Soc.* 43, 178-183.
- 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.
- Senouci F. 2005.** *Initiation à l'inventaire de l'entomofaune de Cedrus atlantica (Cèdre de l'Atlas) et sa relation avec le dépérissement dans le P-N-T-E-H*. Thèse Ing., Univ de Ibn Khaldoun, Tiaret, 64 p.
- Sotherton N. W. 1984.** The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland. *Association of Applied Biologists*. 105,423-429.Great Britain.
- Soures B. 1948.** *Contribution à l'étude des Lépidoptères de la Tunisie. Biologie des espèces nuisibles ou susceptibles de le devenir*. Publication Tunisie, 1 v. 211 p.
- Souttou K., Choukri K., Sekour M., Guezoul O., Ababsa L., & Doumandji S. 2015.** Ecologie des arthropodes en zone reboisée de Pin d'Alep dans une région présaharienne à Chbika (Djlefa, Algérie) *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology* 68, 159-172
- 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.
- Špatenka, K., O. Gorbunov, Z. Laštuvka, I. Toševski & Y. Arita 1999.** *Sesiidae*. Clearwings moths. In: C. Naumann (ed.), *Handbook of Palaearctic Macrolepidoptera 1*. GEM Publishing Company, Wallingford, England. 569 pp.
- Speidel W. & Hassler M. 1989.** Die Schmetterlingsfauna der südlichen algerischen Sahara und ihrer Hochgebirge Hoggar und Tassili n'Ajjer (Lepidoptera). *Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo, Supplement*, 1–156.
- Speidel W., Fanger H. et Naumann C.M.1996.** The phylogeny of the noctuidae (Lepidoptera)// *Syst. Entom.* Vol.21.P.219-251.
- Speight M.C.D. 1989.** *Les invertébrés saproxyliques et leur protection*. Collection Sauvegarde de la nature, Conseil de l'Europe, Strasbourg.

**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.

**Stewart Ph. 1969.** Quotient pluviothermique et dégradation de la biosphère. Quelques réflexions. *Bull.Soc. His.Nat de l'Afrique du Nord*. Tome 59, pp 23-37.

**Stokland JN., Tomter SM., Soderberg U. 2004.** *Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring, Experiences from Scandinavia*. Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe, From Ideas to Operationality, Italy. 207p.

**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.

**Szujewski A. 1998.** *Entomologia lesna*. T. II. Wyd. SGGW, Warszawa. 408 p.

**S.M.T. 2017.** *Données climatiques de la région de Tiaret*. Rapport interne, Station météorologique de Tiaret.



**-T-**

**Talbi Y. 2010.** *Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica m.) dans la région de Batna : cas de la Cédraies de Belezma*. Mémoire de Magistère en sciences agronomiques, Université El-Hadj Lakhdar Batna (Algérie), 123p.

**Tarmann G-M. 2016.** The decline of Zygaenidae in the valleys of the Alps during the last 100 years. *Abstracts of the XV International Symposium on Zygaenidae, Mals*, 11–18 September 2016: 38.

**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.

**Taylor P.D. et Fahrig L. 1993.** Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573.

**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.

**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.

**Thomas J.A., Simcox D.J. et Hovestadt T. 2011.** Evidence based conservation of butterflies. *Journal of Insect Conservation* 15, 241-258.

**Thomas J-A. et Clarke R.T. 2004.** Extinction rates and butterflies. *Science* 305: 1563–1564.

**Thomas J-A. 2005.** Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 339–357.

**Thouzeau G. 1989.** *Déterminisme du pré-recrutement de Pecten maximus (L.) en baie de Saint-Brieuc*. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Bretagne Occidentale: 545 p.

**Tolman T. & Lewington R. 1999.** *Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. Editions Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris, 320 p.

**Tolman T. & Lewington R. 2014.** *Afrique du nord. Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du nord*. Editions Delachaux et Niestlé, 384 p.

**Tolman T. & Lewington R. 2015.** *Guide Delachaux Des Papillons de France*. Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 224 p.

**Trân vinh liêm. 1977.** Morphologie des pièces génitales et nervation alaire des principales pyrales foreurs du riz en Côte d'Ivoire. Description de quelques hyménoptères parasites. *Cahiers ORSTOM, série Biologie* **12**, p. 29-45.

**Twerry M. J. 1990.** *Effects of defoliation by gypsy moth*. Pages 27-39 in K.W. Gottschalk, M.J. Twerry, and S.I. Smith, eds. Interagency gypsy moth research review. U.S. Dep. Agric. Gen. Tech. Rep. NE-146.



**-V-**

**Vadim V.Tshikolovets 2011.** *Butterflies of Europe & the Mediterranean Area*, Tshikolovets Publications, 544p.

**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.

**Van Swaay C.A.M. et Van Strien A-J. 2005.** *Using butterfly monitoring data to develop a European grassland butterfly indicator*. In: Kühn E., Feldmann R., Thomas J.A., Settele J. (Eds). *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*. Proceedings of the Conference held in UFZ Leipzig, 5–9th of 12/ 2005.

**Vanderklein Dirk W. et Peter B. Reich. 1999.** The Effect of Defoliation Intensity and History on Photosynthesis, Growth and Carbon Reserves of Two Conifers with Contrasting Leaf Lifespans and Growth Habits. *New Phytologist* 144: 121–132.

**Viaux P. et Rameil V. 2004.** Impact des pratiques culturales sur les populations d'Arthropodes des sols de grandes cultures. *Rev. Phytoma, Déf. vég.*, (570) : 8 - 10.

**Victor A., Freitas L. and Brown JR. K. S. 2004.** Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). *Syst. Biol.* 53(3):363–383.

**Villemant C. 2003.** Le Bombyx disparate en corse. *Insectes*, 3, 1–10.

**Von Brand T I. 2013.** *Insectes et Papillons*. Ed. Hachette Nature, Paris, 256p.



**-W-**

**Wermeille E., Chittaro Y. et Gonseth Y. 2014.** *Liste rouge Papillons diurnes et Zygènes. Espèces menacées en Suisse, état 2012*. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1403: 97 p.

**Wilson E.O. 1993.** *La Diversité de la vie*.- Paris : Odile Jacob, 496 p.

**Wiltshire E.P. 1957.** *The Lepidoptera of Iraq. London et Baghdad* : Nicholas Kaye Ltd. 162 pp.

**Wiltshire E.P. 1990.** An illustrated, annotated catalogue of the macro- Heterocera of Saudi Arabia. *Fauna Saudi Arabia* Voll.11.P.91-250

**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.

**Woods H-A. 1999.** Patterns and mechanisms of growth of fifth-instar *Manduca sexta* caterpillars following exposure to low or high-protein food during early instars. *Physiol. Biochem. Zool.*, 72 (4), 445-454.



**-Y-**

**Yahi N., Vela E., Benhouhou S. et al. 2012.** Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa*, 4(8): 2753–2765

**Yoccoz N.1988.** *Le rôle du modèle euclidien d'analyse des données en biologie évolutive.* Thèse de doctorat, Université Lyon 1. 1-254.



**-Z-**

**Zalucki M-P., Clarke A-R. & Malcolm S-B. 2002.** Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 47, 361-393

**Zedek M. 1984.** *Contribution à l'étude de l'inventaire forestier du parc national de Theniet El Had.* Thèse .Ing .INA .Alger, 79p.

**Zedek M. 1993.** *Contribution à l'étude de la productivité du Cedrus atlantica Manetti. (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet el Had.* Thèse Mag. Inst.Nat. Agr, Alger, 175 p + annexe.

**Zemmouri F. 1991.** *Contribution à l'étude de l'inventaire de l'entomofaune de Pinus halepensis Mill, Pinus pinaster L., Pinus radiata D. dans la forêt de Bainem (Alger).* Thèse d'Ing, Institut National Agronomique, Alger, 54 p.

**Zeraia L. 1988.** Relation entre la croissance de l'appareil aérien de *Quercus suber* L., et le comportement du *Lymantria dispar* L. *Ann. Inst. Nat. Agro.* Vol. 12 n° spécial pp.: 1-26.

**Zhang B., Liu H., H-Sanders H. & Wang J.J. 2011.** Effect of host plants on development, fecundity and enzyme activity of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Agric. Sci. China*, 10 (8), 1232-1240.



# *Annexes*

## Annexes

**Annexe 1.** Présence-absence des espèces de lépidoptères dans les dix cantons du P.N.T.E.H. durant la période allant de mars 2015 à août 2017

Code appliqué aux espèces dans les Etudes indicielle et de l'A.F.C.

Code	Famille	Code	Espece	canton									
				Kaa	Pep	Sia	Elg	Pre	Our	Fer	Djo	Ron	Kai
				Kaf Sachine	Pépinière	Sidi Abdoune	El Gueraouaou	Pré-Ben Chouhra	Ourten	Ferciouane	Djouareb	Rond point	Kaf siga
Alu	Alucitidae	Alh	<i>Alucita hexadactyla</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Oec	Oecophoridae	Ess	<i>Esperia sulphurella</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Pte	Pterophoridae	CrI	<i>Crombruggia laetus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Emm	<i>Emmelina monodactyla</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Cos	Cossidae	Coc	<i>Cossus cossus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Ses	Sesiidae	Chp	<i>Chamaesphecia pechi</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
		Pyl	<i>Pyropteron leucomelaena</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Het	Heterogynidae	Hep	<i>Heterogynis penella</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Zyg	Zygaenidae	Adm	<i>Adscita mauretana</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
		Zyf	<i>Zygaena favonia</i>	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
		Zyl	<i>Zygaena loyselis</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
		Zyz	<i>Zygaena zuleima</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-
Pap	Papilionidae	Ipf	<i>Iphiclides feisthamelii</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+
		Zer	<i>Zerynthia rumina</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Hes	Hesperiidae	Cat	<i>Carcharodus tripolinus</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
		Mup	<i>Muschampia proto</i>	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-
		Sps	<i>Spialia sertorius</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
Pie	Pieridae	Anb	<i>Anthocharis belia</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		Apc	<i>Aporia crataegi</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
		Coc	<i>Colias croceus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Euc	<i>Euchloe crameri</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-
		Goc	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		Pib	<i>Pieris brassicae</i>	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+

		Pir	<i>Pieris rapae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Pod	<i>Pontia daplidice</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Pog	<i>Pontia glauconome</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-
Lyc	Lycaenidae	Cav	<i>Callophrys avis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Faq	<i>Favonius quercus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Lyp	<i>Lycaena phlaeas</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Pla	<i>Plebejus agestis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Poa	<i>Polymmatatus amandus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Poe	<i>Polymmatatus escheri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Poi	<i>Polyommatus icarus</i>	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-
		Sae	<i>Satyrium esculi</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Nym	Nymphalidae	Arp	<i>Argynnis pandora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Cop	<i>Coenonympha pamphilus</i>	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-
		Hia	<i>Hipparchia algerica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Hie	<i>Hipparchia ellena</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Hyl	<i>Hyponephele lupina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Lam	<i>Lasiommata megera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Maj	<i>Maniola jurtina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Mel	<i>Melanargia lucasi</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Nef	<i>Neohipparchia fatua</i>	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
		Nes	<i>Neohipparchia statilinus</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
		Nyp	<i>Nymphalis polychloros</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Paa	<i>Pararge aegeria</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-
		Pyc	<i>Pyronia cecilia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Vaa	<i>Vanessa atalanta</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
		Vac	<i>Vanessa cardui</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pyr	Pyralidae	Agp	<i>Aglossa pinguinalis</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
		Pli	<i>Plodia interpunctella</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
		Pyf	<i>Pyralis farinalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Stv	<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-
		Syi	<i>Synaphe interjunctalis</i>	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Cra	Crambidae	Mes	<i>Metasia supbandalis</i>	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Sph	Sphingidae	Hic	<i>Hippotion celerio</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Mas	<i>Macroglossum stellatarum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Geo	Geometridae	Adg	<i>Adactylotis gesticularia</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	
		Cop	<i>Colotois pennaria</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Erd	<i>Erannis defoliaria</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-
		Idc	<i>Idaea cervantaria</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
		Ido	<i>Idaea ochrata</i>	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
		Sep	<i>Selidosema picturata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Not	Notodontidae	Thb	<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	
		Thp	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Ere	Erebidae	Aps	<i>Apopestes spectrum</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	
		Caj	<i>Catocala conjuncta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cav	<i>Catocala conversa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cae	<i>Catocala delilah</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cai	<i>Catocala dilecta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cah	<i>Catocala hilaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Caa	<i>Catocala nymphaea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cag	<i>Catocala nymphagoga</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Cym	<i>Cymbalophora pudica</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
		Euo	<i>Eublemma ostrina</i>	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	
		Eup	<i>Eublemma parva</i>	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
		Lyd	<i>Lymantria dispar</i>	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	
		Nop	<i>Notarctia proxima</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	
Noc	Noctuidae	Acl	<i>Acontia lucida</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	
		Agp	<i>Agrotis puta</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	
		Aug	<i>Autographa gamma</i>	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	
		Brd	<i>Bryophila domestica</i>	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	
		Dia	<i>Dichonia aprilina</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
		Eps	<i>Episema scillae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Eur	<i>Euxoa rugifrons</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
		Psp	<i>Pseudopanolis puengeleri</i>	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	

**Annexe 2.** Présence-absence des espèces de lépidoptères dans les six types d'habitats du P.N.T.E.H. Durant la période allant de mars 2015 à août 2017. Code appliqué aux espèces dans les Etudes indicelle et de l'A.F.C.

Famille	Espece	Nombre esp.en fonction du type de peuplement					pelouse
		cédraie	zénaie	suberaie	yeusaie	pinaie	
Alucitidae	<i>Alucita hexadactyla</i>	-	-	+	+	+	+
Oecophoridae	<i>Esperia sulphurella</i>	-	-	-	-	-	+
Pterophoridae	<i>Crombrugghia laetus</i>	+	+	+	+	+	+
Pterophoridae	<i>Emmelina monodactyla</i>	+	+	+	+	+	+
Cossidae	<i>Cossus cossus</i>	-	-	-	-	-	+
Sesiidae	<i>Chamaesphracia pechi</i>	-	-	-	-	-	+
Sesiidae	<i>Pyropteron leucomelaena</i>	-	-	-	-	-	+
Heterogynidae	<i>Heterogynis penella</i>	-	+	-	-	-	+
Zygaenidae	<i>Adscita mauretanic</i>	+	+	-	-	-	+
Zygaenidae	<i>Zygaena favonia</i>	+	+	-	-	-	+
Zygaenidae	<i>Zygaena loyselis</i>	+	+	-	-	-	+
Zygaenidae	<i>Zygaena zuleima</i>	+	+	-	-	-	+
Papilionidae	<i>Iphiclides feisthamelii</i>	+	-	-	-	-	+
Papilionidae	<i>Zerynthia rumina</i>	+	+	+	+	+	+
Hesperiidae	<i>Carcharodus tripolinus</i>	-	-	-	+	-	+
Hesperiidae	<i>Muschampia proto</i>	+	-	-	-	-	+
Hesperiidae	<i>Spialia sertorius</i>	+	+	-	+	-	+
Pieridae	<i>Anthocharis belia</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Aporia crataegi</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Colias croceus</i>	+	+	+	+	-	+
Pieridae	<i>Euchloe crameri</i>	+	-	-	-	-	+
Pieridae	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Pieris rapae</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Pontia daplidice</i>	+	+	+	+	+	+
Pieridae	<i>Pontia glauconome</i>	+	-	-	-	-	+
Lycaenidae	<i>Callophrys avis</i>	+	+	+	+	+	+
Lycaenidae	<i>Favonius quercus</i>	-	-	+	+	-	-
Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i>	+	+	+	+	+	+
Lycaenidae	<i>Plebejus agestis</i>	+	+	+	+	-	+
Lycaenidae	<i>Polymmatius amandus</i>	+	+	+	+	+	+
Lycaenidae	<i>Polymmatius escheri</i>	+	+	+	+	+	+
Lycaenidae	<i>Polyommatus icarus</i>	+	+	-	+	-	+
Lycaenidae	<i>Satyrium esculi</i>	+	+	+	-	+	+
Nymphalidae	<i>Argynnis pandora</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Coenonympha pamphilus</i>	+	+	+	+	-	+
Nymphalida	<i>Hipparchia algirica</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Hipparchia ellena</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Hyponphele lupina</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Lasiommata megera</i>	+	+	+	+	-	+

Nymphalida	<i>Maniola jurtina</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Melanargia lucasi</i>	+	+	+	+	-	+
Nymphalida	<i>Neohipparchia fatua</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Neohipparchia statilinus</i>	+	+	-	-	-	+
Nymphalida	<i>Nymphalis polychloros</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Pararge aegeria</i>	+	+	-	+	-	+
Nymphalida	<i>Pyronia cecilia</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Vanessa atalanta</i>	+	+	+	+	+	+
Nymphalida	<i>Vanessa cardui</i>	+	+	+	-	+	+
Pyralidae	<i>Aglossa pinguinalis</i>	-	-	-	-	-	+
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i>	+	+	+	+	+	+
Pyralidae	<i>Pyralis farinalis</i>	+	+	+	+	+	+
Pyralidae	<i>Stemmatophora vulpecalis</i>	+	+	-	-	-	+
Pyralidae	<i>Synaphe interjunctalis</i>	+	+	-	+	-	+
Crambidae	<i>Metasia suppandalis</i>	+	-	-	-	-	+
Sphingidae	<i>Hippotion celerio</i>	-	-	-	-	-	+
Sphingidae	<i>Macroglossum stellatarum</i>	+	+	-	+	-	+
Geometridae	<i>Adactylotis gesticularia</i>	+	-	-	-	-	+
Geometridae	<i>Colotois pennaria</i>	-	-	-	-	-	+
Geometridae	<i>Erannis defoliaria</i>	+	+	-	-	+	+
Geometridae	<i>Idaea cervantaria</i>	+	+	-	-	-	+
Geometridae	<i>Idaea ochrata</i>	-	-	-	-	+	+
Geometridae	<i>Selidosema picturata</i>	+	-	-	-	-	-
Notodontidae	<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	+	-	-	-	+	-
Notodontidae	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	+	-	-	-	+	+
Erebidae	<i>Apopetes spectrum</i>	+	-	-	-	-	+
Erebidae	<i>Catocala conjuncta</i>	+	+	+	+	+	+
Erebidae	<i>Catocala conversa</i>	+	+	+	+	+	-
Erebidae	<i>Catocala delilah</i>	+	+	+	+	+	+
Erebidae	<i>Catocala dilecta</i>	+	+	+	+	+	-
Erebidae	<i>Catocala hilaris</i>	+	+	+	-	+	-
Erebidae	<i>Catocala nymphaea</i>	+	+	+	+	-	-
Erebidae	<i>Catocala nymphagoga</i>	+	+	+	-	-	-
Erebidae	<i>Cymbalophora pudica</i>	+	+	-	-	-	+
Erebidae	<i>Eublemma ostrina</i>	-	+	-	-	-	+
Erebidae	<i>Eublemma parva</i>	+	+	-	-	-	+
Erebidae	<i>Lymantria dispar</i>	+	-	+	-	-	+
Erebidae	<i>Notarctia proxima</i>	+	-	-	-	-	+
Noctuidae	<i>Acontia lucida</i>	+	-	-	-	-	+
Noctuidae	<i>Agrotis puta</i>	+	+	-	-	-	+
Noctuidae	<i>Autographa gamma</i>	-	-	+	+	+	+
Noctuidae	<i>Bryophila domestica</i>	+	-	-	-	-	+
Noctuidae	<i>Dichonia aprilina</i>	-	+	-	+	-	-
Noctuidae	<i>Episema scillae</i>	+	+	-	+	-	+
Noctuidae	<i>Euxoa rugifrons</i>	+	+	+	+	+	+
Noctuidae	<i>Pseudopanolis puengeleri</i>	-	+	+	+	-	+

**Annexe supplémentaire : photographies des principales Essais d'élevage**



*Cymbalophora pudica* (Esper, 1784)



*Carcharodus tripolinus* (Verity, 1925)



# *Résumés*

# Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie)

## Résumé

L'inventaire spécifique des lépidoptères, dressé tout au long de cette étude, se compose de 86 taxons partagés entre les Hétérocères et les Rhopalocères. L'identification est réalisée à partir des spécimens échantillonnés dans dix stations représentatives des différents habitats du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H.) en Algérie, durant la période 2015 - 2017. Cette liste faunistique, non exhaustive est une contribution relativement plus poussée pour enrichir la connaissance sur la faune entomologique des papillons à l'état adultes dans ce parc national. Sur le plan quantitatif, 3139 individus de lépidoptères diurnes et nocturnes ont été dénombrés. Les Hétérocères se montrent nettement diversifiés, avec 14 familles et 49 espèces, comptant 1485 spécimens adultes recensés au cours de l'échantillonnage. Quant aux Rhopalocères, ils ne sont représentés que par 5 familles avec 37 espèces et 1654 individus. Soit un total de 8 familles sont signalées pour la première fois au niveau de zone d'étude : Alucitidae, Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae, avec 61 espèces nouvellement signalées pour la région d'étude. Une espèce très rare, particulièrement menacée d'extinction à l'échelle nationale : *Chamaesphecia pechi*. C'est une espèce endémique en Algérie. Elle a été décrite à Sebdou et ne se trouve que dans deux régions: Constantine (Lambèse) et Oran (Sebdou). Quelques exemplaires ont été capturés il y a plus de 100 ans et depuis l'espèce n'a plus été observée, jusqu'à maintenant. La préparation des génitalia a permis d'identifier les espèces du genre *Catocala* : *Catocala conjuncta* mâle, *Catocala hilaris* mâle, *Catocala nymphaea* mâle et femelle. En termes d'individus, les effectifs varient d'une famille à une autre. Les Erebidae sont représentés par 894 spécimens, soit 28,48 % de la faune globale récoltée. Au sein des Erebidae, le genre *Catocala* contribue avec le plus grand nombre d'individus avec 794 individus (88,8%). *Catocala nymphaea*, *Catocala conversa* et *Catocala nymphagoga* sont les mieux représentés. Le canton de Pré-Ben Chouhra est quantitativement le mieux représenté avec 625 individus, soit un taux de 19,91%. L'analyse des résultats fait apparaître le canton Pépinière comme le plus riche en peuplement lépidoptérique, soit un total de 72 espèces observées. Nous avons capturés la faune lépidoptérique associée à ces différents habitats (cédraie, zénaie, subéraie, yeusaie, pinaie, pelouse). Parmi les différentes familles de la faune

lépidoptérique, les Nymphalidae sont les plus diversifiés (15 espèces avec 81 apparitions et 421 individus) dans les 10 habitats étudiés après les Erebidae avec 475 individus.

Concernant les indices de structure, la clairière arrive largement en tête des habitats les plus riches en espèce, avec 77 taxons et les mieux structurés et équilibrés. La diversité maximale la plus élevée est notée dans le canton Pépinière avec 6,17 bits. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont proches de 5 bits dans les différents types d'habitat en fonction d'espèces et se rapprochent de 2,55 bits dans les différents types d'habitat en fonction des familles. Elles dépassent 5,22 bits dans les dix cantons en fonction d'espèces. Par contre, en fonction des familles,  $H'$  est de 2,68 bits. Les effectifs des espèces ont tendance à être en équilibre entre eux dans les stations de différents types d'habitats ( $0,84 < E < 0,91$ ) et différents cantons ( $0,88 < E < 0,92$ ). Par contre, ils ont tendance à être en déséquilibre entre eux dans la station de différents cantons ( $0,42 < E < 0,50$ ) et différents habitats ( $0,37 < E < 0,53$ ) en fonction des familles. Pour le coefficient de similarité de Sorensen, il enregistre la plus forte valeur avec 1 pour le couple Djouareb / Kaf-Siga.

**Mots-clés:** Lépidoptères ; Rhopalocères ; Hétérocères; Biodiversité; Parc National de Theniet El Had, Algérie

## ثراء و تنوع لفصيلة قشريات الجناح في الحظيرة الوطنية لثنية الحد ( الجزائر )

### ملخص

لقد ساعدت هذه الدراسة في وضع قائمة محددة ب 86 نوعا من الفراشات Hétérocères و Rhopalocères في 10 مقاطعات بالحظيرة الوطنية لثنية الحد و 6 بيئات مختلفة ، خلال الفترة الممتدة من مارس 2015 إلى غاية أوت 2017 و التي تقدر ب 30 شهرا. هذا الجرد غير شامل و يعتبر كمساهمة جديدة من نوعها لإثراء المعرفة الخاصة بالفراشات في هاته الحظيرة. قمنا بتعداد 3139 فرد diurnes و nocturnes. يتضح ان Hétérocère هي الأكثر تنوعا، تتكون من 14 عائلة، 49 نوعا و تم الحصول على 1485 فرد ، أما عن Rhopalocère فعددها لا يتعدى 5 عائلات، 37 نوعا و تم الحصول على 1654 فرد. منها 8 عائلات وجدت لأول مرة في المنطقة المعنية بالدراسة (Alucitidae Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, Crambidae بالإضافة إلى 61 نوع جديد بالنسبة للحظيرة. وجدنا نوع نادر جدا و بالأخص مهدد بالانقراض وطنيا: *Chamaesphacia pechi* فهو نوع خاص يتمركز فقط في الجزائر و تتواجد فقط في منطقتين قسنطينة و وهران ، تم العثور عليها منذ 100 سنة و إلى يومنا هذا لم يوجد لها أثر. قمنا أيضا بتحديد الأعضاء التناسلية لبعض الأنواع من صنف *Catocala*. من حيث العدد، فهناك اختلاف كبير من عائلة لأخرى. *Erebidae* هي الأكثر تنوعا ووفرة 894 فرد أي نسبة 48,28% من العدد الإجمالي لكل الفراشات. في هذا الصنف نجد *Catocala nymphaea*, *Catocala conversa* et *Catocala nymphagoga* هي من تساهم في رفع عددها. مقاطعة Pré-Ben Chouhra هي التي تحتوي على العدد الكبير من الفراشات 625 فرد أي بنسبة 91,19%. تحليل النتائج أظهرت بأن مقاطعة Pépinière هي الأكثر تنوعا 72 نوع ملحوظ. قمنا أيضا بالجرد على مستوى بيئات مختلفة ( cédraie, Zénaie, subéraie, yeusaie, pinaie, ) من بين العائلات لهذا النوع من الحشرات Lépidoptères، نجد Nymphalidae هي الأكثر تنوعا (15 نوع) و تم ظهورها 81 مرة. و لها أيضا أكبر عدد من الأفراد 421 فرد بعد عائلة *Erebidae* في جميع البيئات. فيما يتعلق بهيكل المؤشرات المطبقة في هذه الحظيرة، يتبين أن clairière تترأس كل البيئات من حيث الكم و النوع (77 نوع) و الأكثر توازنا. أكبر تنوع موجود على مستوى مقاطعة Pépinière 17,6 بت. أما بالنسبة لـ H = 5 بت بتوظيف النوع و H = 55,2 بت بتوظيف العائلات. تفوق 22,5 بت في المقاطعات العشرة بتوظيف النوع و العكس H = 68,2 بت فهي قيمة ضعيفة بالنسبة لتوظيف العائلات. أما فيما يخص E فهي تبرز توازنا فيما بينها (0,84 < E < 0,91) في البيئات (0,88 < E < 0,92) في المقاطعات و العكس أقلها نظامية عند توظيف العائلات (0,42 < E < 0,50) في المقاطعات (0,37 < E < 0,53) في البيئات. أما أعلى نسبة تشابه سجلت أعلى قيمة لها 100% كانت بين Djouareb / Kaf-Siga

كلمات مفتاح: فراشات، Rhopalocères، Hétérocères، تنوع، Equitabilité، الحظيرة الوطنية لثنية الحد، الجزائر

## Diversity and structure of butterflies in different habitats of Theniet El Had National Parc

### Abstract

The inventory of Lepidoptera, composed during this study, contains 86 taxa of Heterocera and Rhopalocera. The identification was based on voucher specimens caught in ten localities representing the different habitats of the National Park of Theniet El Had (P.N.T.E.H.) in Algeria, during the period 2015–2017. This faunistic list, although incomprehensive, is a contribution to the better knowledge about the entomological lepidopterous fauna of this national park, based on observations of the adults. We noted a total of 3139 lepidopterous specimens, both diurnal and nocturnal. The Heterocera were more diversified into 14 families and 49 species, and represented by 1485 adult specimens. The Rhopalocera were represented by 5 families, totalling 37 species and 1654 specimens. No less than 8 lepidopterous families were mentioned for the first time for the study area : Alucitidae, Oecophoridae, Cossidae, Sesiidae, Heterogynidae, Zygaenidae, Hesperidae, and Crambidae, with a total of 61 species recorded for the first time from this national park. A very rare and local species, *Chamaesphexia pechi*, was discovered. This species is extremely endangered and it is an endemic for the Algerian fauna. It was described from Sebdou and was found only in two regions : Constantine (Lambèse) and Oran (Sebdou). Some specimens were found about 100 years ago and since then the species was never found again till now. The preparation of genitalia has permitted to identify some species in the genus *Catocala* : *Catocala conjuncta* male, *Catocala hilaris* male, *Catocala nymphaea* male and female. Lepidopterous families differ very much concerning the number of specimens. The Erebidae are represented by 894 specimens, this is 28,48% of the total inventoried fauna. Within the Erebidae, the genus *Catocala* clearly was the most specimen-rich with 794 specimens (88,8%). *Catocala nymphaea*, *Catocala conversa* and *Catocala nymphagoga* were the most common species. The canton Pré-Ben Chouhra was quantitatively the best represented with 625 specimens, meaning 19,91%. The analysis of the results shows that the canton Pèpinière is the most species-rich with a total of 72 species observed. We also have studied the lepidopterous fauna in different habitat types (cédraie, zénaie, subéraie, yeusaie, pinaie, pelouse). Among the several lepidopterous families the Nymphalidae are the most diverse in species (15 species in 81 observations) and present the second largest number of specimens (421), just after the Erebidae with 475 specimens. Regarding the structure indices applied to the national park, the clairière, comprising 77 taxa, showed to be the most species-rich, best structured and most in

equilibrium. The maximum diversity was noted in the canton Pépinière with 6,17 bits. The values of the Shannon diversity index approach 5 bits in the different habitat types concerning the species, and close to 2,55 bits in the different habitat types concerning the families. They are higher than 5,22 bits in the ten cantons concerning the species. However, concerning the families, the index  $H'$  is only 2.68 bits. These values tend to be in equilibrium in the localities of the different habitat types ( $0,84 < E < 0,91$ ) and different cantons ( $0,88 < E < 0,92$ ). On the contrary, they tend to differ from the equilibrium in the localities of the different cantons ( $0,42 < E < 0,50$ ) and the different habitats ( $0,37 < E < 0,53$ ) concerning the families. The Sorensen similarity coefficient shows the highest value 1 for the couple Djouareb / Kaf-Siga.

**Key words:** Lepidoptera ; Rhopalocera ; Heterocera ; Biodiversity ; National Park of Theniet El Had ; Algeria

## THE RICHNESS AND DIVERSITY OF LEPIDOPTERA SPECIES IN DIFFERENT HABITATS OF THE NATIONAL PARK THENIET EL HAD (ALGERIA)

S. Kacha<sup>1</sup> ; M. Adamou-Djerbaoui\*<sup>1</sup> ; F. Marniche<sup>2</sup> and W. De Prins<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departement de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ibn Khaldoun

<sup>2</sup>Ecole Nationale Supérieure de vétérinaire - El Alia Alger

<sup>3</sup>Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

Received: 11 February 2017 / Accepted: 18 April 2017 / Published online: 01 May 2017

### ABSTRACT

The diversity of Lepidoptera in several habitats of the National Park Theniet El Had (P.N.T.E.H.) was studied during twelve months of the years 2015 and 2016 in several habitats and totalising 851 specimens belonging to 17 families, 9 super families and 60 species. Among these 31 butterflies and 35 moths were recorded. the clairière (grass fields) turned out to be the most species-rich with 54 species, followed by cédraie with 39 species, the yeusaie with 33 species, the suberaie with 30 species, the zénaie with 29 species and finally the pinaie with only 22 species. The family Nymphalidae was the most dominant one in the parc with 32.48%. The diversity index ( $H'$  and  $H'_{max}$ ) and the equitability ( $E$ ) calculated for the 6 types of habitats is  $H' = 2,74$  bits,  $H'_{max} = 4,09$  bits and  $E = 0,67$  bits, meaning that the Lepidoptera species are at equilibrium with the different types of habitat which were studied.

**Key words:** National Park; Theniet El Had; Lepidoptera; Rhopalocera; Heterocera; Diversity ( $H'$ ); Equitability ( $E$ ).

Author Correspondence, e-mail: [kmsoilaz@yahoo.fr](mailto:kmsoilaz@yahoo.fr)

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i2.18>

### 1. INTRODUCTION

Les papillons et leurs chenilles constituent une source de nourriture indispensable pour un très grand nombre de petits prédateurs comme les oiseaux et les chauves-souris. Sans les papillons



de nuit, l'ensemble des écosystèmes s'effondrerait rapidement [39]. Les papillons vivent en interaction avec de nombreuses espèces végétales et animales. Ils sont sensibles aux pesticides, aux conditions climatiques, au fonctionnement naturel des milieux [43]. De nombreuses espèces sont facilement identifiables et leurs traits de vie sont bien connus. C'est pourquoi que les lépidoptères sont des bio-indicateurs privilégiés, dont l'évolution des peuplements traduit celle des écosystèmes qu'ils occupent [26]; [47]. Beaucoup de travaux ont été fait au monde sur l'inventaire, la bio-écologie et la répartition des lépidoptères. En Belgique, la diversité des lépidoptères a été étudié par [15], [16], [17]; [18], [19], [20]. [45] s'est intéressé à la taxonomie de nouvelles espèces de lépidoptères en Chine. Les travaux de l'analyse de l'ADN ne sont pas négligeables, compte tenu du fait que la biologie moléculaire est la science la plus étudiée actuellement. Plusieurs auteurs se sont investis dans ce domaine, notamment en Allemagne [32] [33] [34]. [24] en Ukraine et [64] se sont penchés vers les phéromones sexuelles des lépidoptères. En France la biologie des papillons a été synthétisée par [49]. Ces auteurs précisent l'habitat et le comportement des lépidoptères. A propos des travaux effectués sur les Tortricidae il est à mentionner ceux de [38] qui a travaillé en Espagne. A propos des travaux effectués sur les caractéristiques morphologiques externes des papillons, il est à mentionner ceux de [65] [66]. En Afrique peu de travaux sont réalisés dans ce sens ; on cite ceux de [62] qui a traité la biologie des espèces de lépidoptères nuisibles en Tunisie. Au Maroc, [59] a établie un catalogue de lépidoptères. [51] [52] et [58] ont réalisé un travail sur la faune lépidoptérologique de l'Algérie, ayant pour objet la répartition et la description des espèces de lépidoptères. [63] ont décrit la faune lépidoptérologique dans le Hoggar et Tassili. Récemment les travaux de [57] ont fait l'objet d'une synthèse des lépidoptères dans divers agro-écosystèmes de la Mitidja. D'autre part la répartition des insectes dans le parc de Theniet El Had a fait l'objet d'une synthèse d'une étude bulgare [3]. Cette étude précise la présence de peu d'espèces de lépidoptères dans ce parc. Il est à citer aussi les travaux non publiés de [1] [2]; [50]; [9]; [60] et [27]. Les travaux sur les lépidoptères en Algérie sont peu nombreux et pas assez approfondies. Pour cela la présente étude à pour but de réaliser une liste des espèces de lépidoptères dans différents types d'habitats dans une réserve naturelle : Parc National de Theniet El Had.

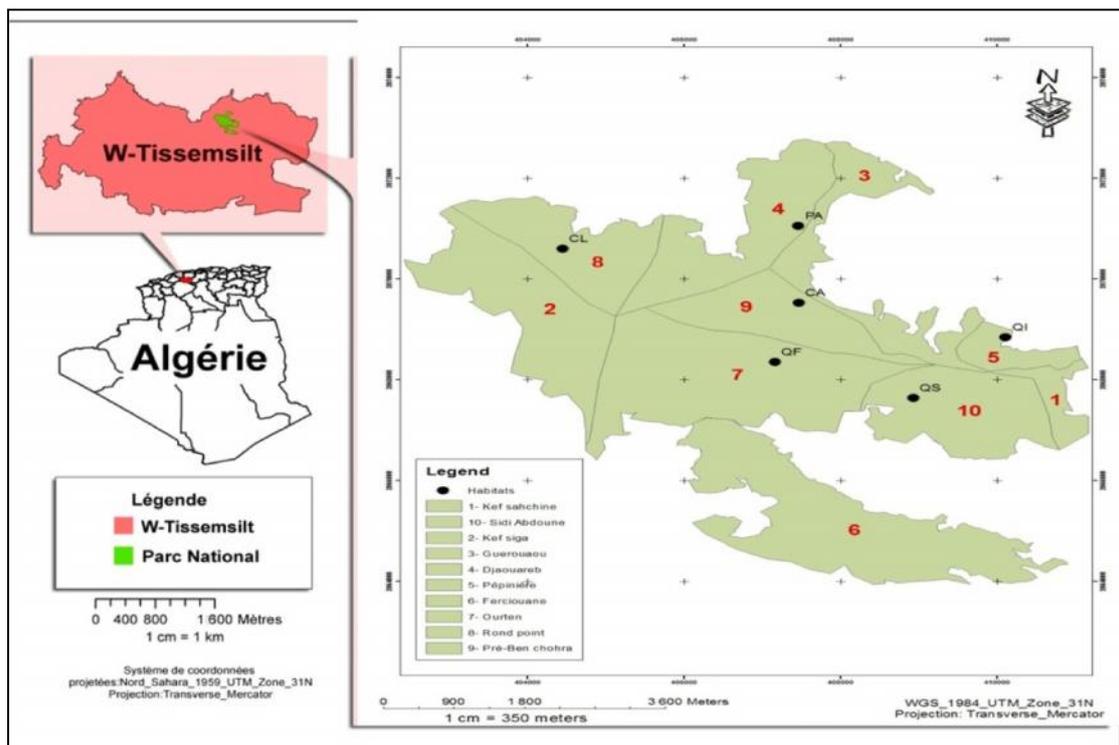
## **2. REGION D'ETUDE**

Le Parc national de Theniet El Had est un massif forestier occupant les deux versants du Djebel El Meddad (Montagne des cèdres). Il est situé à 173 km au sud-ouest d'Alger et à peu

près à 48 km du chef-lieu de la wilaya de Tissemsilt. Le parc s'étend sur une superficie de 3.424 ha. Il est partie prenante de l'Ouarsenis. Ensemble, ils constituent la chaîne sud de l'Atlas tellien. L'Ouarsenis est le principal chaînon du Tell occidental. Le parc se situe entre les coordonnées géographiques : 35°49'41'' et 35°54'04'' de latitude Nord et 01°52'45'' et 02°02'04'' de longitude Est (Fig. 1). La forêt des cèdres de Theniet El Had fut la première espace protégé en Algérie. Elle fut proclamée parc national par l'arrêté gouvernemental du 03/08/1923. Passant sous la réglementation algérienne, elle est décrétée une nouvelle fois parc national sous le n° 459/83 du 23/07/1983 [23]. Le point culminant du parc est "Ras El Braret" avec 1.787 m d'altitude. Le point le plus bas est à 858 m, soit une altitude moyenne de 1.320 m. Le climat est un facteur très important dans la répartition et la présence de la végétation. Celui de la région de Theniet El Had est de type méditerranéen tempéré. Le parc national reçoit en moyenne dans les 800 à 900 mm de pluie par an. La période hivernale est longue et rude, l'été est tempéré [23]. Le peuplement forestier représente les  $\frac{3}{4}$  de la superficie totale du parc, le reste est à l'état de maquis. D'après [69], les inventaires floristiques menés ont permis de recenser 556 espèces végétales entre phanérogames (angiospermes, gymnospermes), et cryptogames (thallophytes, bryophytes et ptéridophytes) dont dix (10) endémiques algériennes. Il existe encore plusieurs espèces surtout herbacées qui restent à identifier et qui dénotent la grande richesse du parc ; Lamiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Fabaceae et Asteraceae.

Le mélange des espèces végétales présente aussi trois particularités notables, à savoir :

- Le mélange du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*) ;
- Le côtoiement du cèdre de l'Atlas et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*)
- Les peuplements à chêne liège (*Quercus suber*) s'y individualisent en occupant des étages altitudinaux supérieurs (plus de 1.500 m), un fait très rare dans le pourtour méditerranéen.



**Fig.1.** Carte de situation du parc national de Theniet El Had et localisation des différents types d'habitats [23].

1-Kaf Sachine, 2-Kaf-siga, 3-El Guerouaou, 4-Djouareb, 5-Pépinrière, 6-Ferciouane, 7-Ourten, 8-Rond point, 9-Pré-Ben Chouhra, 10-Sidi Abdoune.

### 3. METHODOLOGIE

A l'aide d'un filet fauchoir à papillon, le piège lumineux et aérien, nous avons capturés les lépidoptères aux alentours des 06 stations choisies (Fig. 1). La clairière (pelouse), la cédraie, la yeusaie, la subéraie, la zénaie et la pinaie chacune occupe une superficie d'un hectare et regroupe 05 peuplements purs et une clairière. Le choix des sites a été distingué en fonction de leur facilité d'accès et par la diversité et le type de végétation qu'ils offraient. Nous avons effectués 84 sorties durant la période allant de mars 2015 jusqu'à octobre 2016 pour chaque station. Un nombre total de 851 individus a été récolté et un exemplaire de chaque espèce a été ramené au laboratoire pour identification.

#### Méthodes d'analyses des données

Nous avons utilisés des indices écologiques de compositions tels que la richesse totale (S) et moyenne (Sm) ; l'abondance relative (AR%) et la fréquence d'occurrence (FO %) ainsi que l'indice écologique de structure de la diversité de Shannon (H') et l'équitabilité (E) pour exploiter nos résultats.

- ❖ La richesse des espèces est le nombre total d'espèces rencontrées au moins une fois au cours de N observations, et la richesse moyenne est le nombre moyen d'espèces rencontrées au cours de chaque événement de comptage [56].
- ❖ L'abondance relative est le pourcentage d'individus d'une espèce donnée par rapport au nombre total des exemplaires. Elle est exprimée par la formule suivante :  $AR(\%) = (n_i / N) \times 100$  ( $n_i$ : nombre d'individus d'espèces  $i$ ;  $N$ : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues) [12].
- ❖ D'après [13] la fréquence d'occurrence est calculée par la formule suivante :  $FO\% = n_{i1} / N_2 \times 100$  ;  $FO\%$ : Fréquence d'occurrence ;  $n_{i1}$  : Nombre de relevés contenant l'espèce  $i$ ;  $N_2$  : Nombre total de relevés. Pour déterminer le nombre de classes de constance (N.c.), nous avons utilisé l'indice de Sturge [22]:  $N.c. = 1 + (3,3 \log_{10} N_3)$   $N_3$  représente le nombre total des individus capturés grâce aux trois techniques utilisées.
- ❖ L'indice de la diversité de Shannon-Weaver [7] est calculé selon la formule suivante :  $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$  (bits);  $H'$  : Indice de diversité de Shannon-Weaver;  $p_i$  : Probabilité de rencontrer l'espèce  $i$  obtenue par l'équation suivante :  $p_i = n_i / N$  ;  $n_i$  : Nombre des individus de l'espèce  $i$ ;  $N$  : Nombre total des individus de toutes les espèces échantillonnées.
- ❖ Selon [8], l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée ( $H'$ ) à la diversité maximale ( $H'_{max.}$ ):  $E = H' / H'_{max.}$ ;  $E$  : Indice d'équitabilité;  $H'$  : Indice de diversité de Shannon-Weaver ;  $H'_{max.}$  : Diversité maximale, donnée par la formule suivante :  $H'_{max.} = \log_2 S$  ;  $S$  : Richesse totale exprimée en nombre d'espèces.
- ❖ Parmi les méthodes statistiques employées pour exploiter les résultats l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.), nous avons utilisé le logiciel XLSTAT-Pro3DPlot7.01.

## 4. RESULTATS

La liste présentée ci-dessous est classée selon la systématique de [25], Les espèces indiquées en italiques sont suivies du nom de leur auteur et de la date de description des taxons, selon la même nomenclature (Tab.1).

### 4.1. Liste des espèces

**Tableau 1.** Inventaire globale des espèces de lépidoptères aux alentours du parc national de Theniet El Had durant 24 mois des années 2015 et 2016.

Clade	Super familles	Familles	Espèces			
Apoditrysia	Alucitoidea	Alucitidae	<i>Alucita hexadactyla</i> (Linnaeus, 1758)			
		Pterophoridae	<i>Crombrugghia laetus</i> (Zeller, 1847) <i>Emmelina monodactyla</i> (Linnaeus, 1758)			
	Cossoidea	Cossidae	<i>Cossus cossus</i> (Linnaeus, 1758)			
		Sesiidae	<i>Chamaesphecia pechi</i> (Staudinger, 1887) <i>Pyropteron leucomelaena</i> (Zeller, 1847)			
	Zygaenoidea	Heterogynidae	<i>Heterogynis penella</i> (Hübner, 1819)			
		Zygaenidae	<i>Adscita mauretanicus</i> (Naufock, 1932)			
			<i>Zygaena favonia</i> (Freyer, 1844) <i>Zygaena zuleima</i> Pierret, 1834			
Obtectomera	Papilionoidea	Papilionidae	<i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832) <i>Zerynthia rumina</i> (Linnaeus, 1758)			
			Hesperiidae	<i>Carcharodus tripolinus</i> (Verity, 1925) <i>Pyrgus cinarae</i> (Rambur, 1842)		
				Pieridae	<i>Anthocharis belia</i> (Linnaeus, 1767) <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758) <i>Colias croceus</i> (Fourcroy, 1785) <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767) <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)	
		Lycaenidae	<i>Callophrys avis</i> (Chapman, 1909) <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761) <i>Neozephyrus quercus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Polymmatius amandus</i> (Schneider, 1792) <i>Polymmatius escheri</i> (Hübner, 1823)			
			Nymphalidae		<i>Argynnis pandora</i> (Dennis et Schiffermüller, 1775) <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Hipparchia ellena</i> (Oberthür, 1893) <i>Hipparchia algerica</i> (Oberthür, 1876) <i>Hyponephele lupina</i> (Costa, 1836) <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767) <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758) <i>Neohipparchia fatua</i> (Freyer, 1844) <i>Neohipparchia statilinus</i> (Hufnagel, 1766) <i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pyronia janiroides</i> (Herrich-Schäffer, 1851) <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	
					Pyraloidea	Pyralidae

Macroheterocera	Bombycoidea	Sphingidae	<i>Stemmatophora vulpecalis</i> (Ragonot, 1891) <i>Synaphe interjunctalis</i> (Guenée, 1849) <i>Hippotion celerio</i> (Linnaeus, 1758) <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)
Macroheterocera	Geometroidea	Geometridae	<i>Adactylotis gesticularia</i> (Hübner, 1817) <i>Colotois pennaria</i> (Hübner, 1823) <i>Idaea cervantaria</i> (Millière, 1869) <i>Idaea ochrata</i> (Scopoli, 1763) <i>Selidosema picturata</i> (Rothschild, 1914)
	Noctuoidea	Notodontidae	<i>Thaumetopoea bonjeani</i> (Powell, 1922) <i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
		Erebidae	<i>Apopestes spectrum maura</i> (Warren, 1913) <i>Catocala ilia</i> (Cramer, 1776) <i>Catocala delilah</i> (Strecker, 1874) <i>Catocala nupta</i> (Linnaeus, 1767) <i>Eublemma parva</i> (Hübner, 1808) <i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758) <i>Notarctia proxima</i> (Guérin-Méneville, 1844)
		Noctuidae	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758) <i>Dichonia aprilina</i> (Linnaeus, 1758) <i>Episema scillae</i> (Chrétien, 1888) <i>Euxoa rugifrons</i> (Mabille, 1888)

Nous avons capturé au total 60 espèces réparties entre 3 clades, 9 superfamilles et 17 familles. Celle des Nymphalidae est représentée par le plus grand effectif en espèces. Les effectifs des espèces de lépidoptères selon les 6 types d'habitats durant les 24 mois d'étude sont regroupés dans le tableau 2.

**Tableau 2.** Effectifs des espèces de lépidoptères selon les 6 types d'habitats durant les 24 mois d'étude.

Types d'Habitats	Rhopalocères	Hétérocères	Sommes	Pourcentage d'effectifs%
Cédraie	25	14	39	18.75
Zénaie	22	07	29	14.42
Suberaie	23	07	30	14.42
Yeusaie	22	11	33	15.87
Pinaie	16	06	22	10.58
Clairière (pelouse)	31	23	54	25.96
Totales	139	68	208	100

Le tableau 2 montre que l'effectif de la clairière (pelouse) est dominant en nombres d'espèces avec un total de 54 espèces et un pourcentage de 25,96%. 39 espèces pour la cédraie, 33

espèces pour la yeusaie, 30 espèces pour la subéraie, 29 espèces pour la zénaie et enfin 22 espèces pour la pinaie.

#### 4.2. Richesse totale (S) et richesse moyenne (Sm) selon les 6 types d'habitats

La richesse totale (S) varie d'un habitat à l'autre. Le nombre d'espèces exploitées à des stations varie entre 22 et 54. La richesse la plus élevée est enregistrée pour la clairière avec 54 espèces. Suivi par la cédraie avec 39 espèces. Puis par la yeusaie avec 33 espèces, la subéraie avec 30 espèces. Ainsi que la zénaie avec 29 espèces et enfin la pinaie avec 22 espèces. La richesse moyenne varie de 0.92 à 2.25 (Tab. 3).

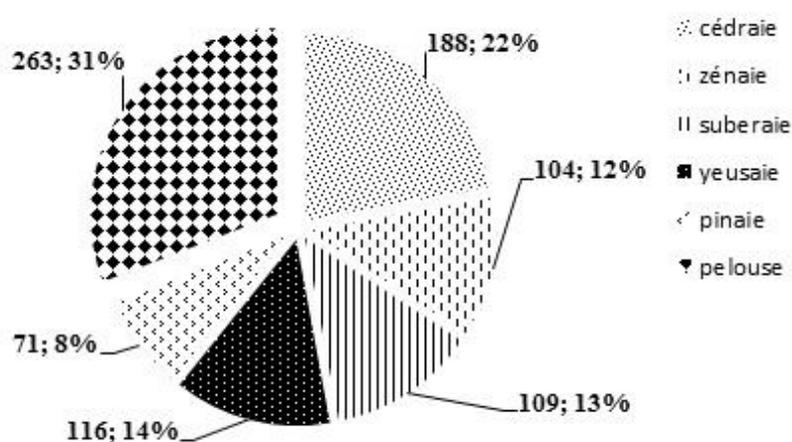
**Tableau 3.** La richesse totale (S) et richesse moyenne (Sm) et indices écologiques de structure des espèces de lépidoptères observées aux alentours des 6 types habitats dans le parc national de Theniet El Had durant 24 mois d'étude

Types d'Habitats	S	Sm	H'(bits)	H'max. (bits)	E
Cédraie	39	1,63	2,58	3,32	0,78
Zénaie	29	1,21	2,21	2,81	0,79
Suberaie	30	1,25	2.12	2,81	0,76
Yeusaie	33	1,38	2.28	3.00	0,76
Pinaie	22	0,92	2.17	2.81	0,77
Clairière (pelouse)	54	2,25	2.73	4.00	0,68

S: richesse totale; Sm: espèces moyenne la richesse; H: Shannon-Weaver indice de diversité; Hmax: diversité maximale; E: équirépartition.

#### 4.3. Abondance relative

Abondance relative (AR%) dans le parc de Theniet El Had note 851 individus recensés (Tab. 4). La clairière (pelouse) qui correspond au plus grand nombre d'effectifs avec 263 individus (A. R. % = 30,9%), suivis par la cédraie (188 ind., 22.9%), la yeusaie (116 ind., 13.63%), la subéraie (109 ind., 12.81%) et la zénaie en dernier avec 104 individus (A. R. % = 12.22%). La plus faible valeur d'abondance des espèces a été enregistrée dans la pinaie avec 71 individus (A.R % = 8.34%) (Fig. 2). Les Nymphalidae sont placés en première position avec 32.90% (280 individus). Suivi par la famille des Erebididae avec 149 individus (17.51%). Puis par celle des Pieridae avec 147 individus (17.27%). Après vient la famille des Lycaenidae avec 119 individus (13.98%). Ensuite la famille des Notodontidae avec 58 individus (6.82%). Concernant les autres familles leurs taux varient de 0.12 % (1 individu) à 4.11% (35 individus) (Tab.4).



**Fig.2.** Abondance relative (AR%) des espèces de lépidoptères selon les habitats

**Tableau 4.** Abondance relative (AR %) et fréquence d'occurrence des familles d'espèces de lépidoptères recensés au niveau du parc national de Theniet El Had durant 24 mois des années 2015 et 2016.

Clade	Super famille	Famille	ni	AR (%)	FO (%)	Catégories
<b>Apoditrysia</b>	Alucitoidea	Alucitidae	4	0,47	2.38	Très rare
	Pterophoridaea	Pterophoridae	8	0,94	8.33	Très rare
	Cossoidea	Cossidae	1	0,12	1.19	Très rare
		Sesiidae	2	0,24	2.38	Très rare
	Zygaenoidea	Heterogynidae	1	0,12	1.19	Très rare
<b>Obtectomera</b>	Zygaenidae	Zygaenidae	9	1,06	5.95	Très rare
		Papilionoidea	Papilionidae	1	0,12	1.19
	Hesperiidae	2	0,24	2.38	Très rare	
	Pieridae	147	17,27	41.67	Accessoires	
	Lycaenidae	119	13,98	30.95	Accidentelles	
	Nymphalidae	280	32,90	86.90	Fortement constantes	
	Pyraloidea	Pyralidae	35	4,11	15.48	Rares
<b>Macroheterocera</b>	Bombycoidea	Sphingidae	17	2,00	2.38	Très rare
	Geometroidea	Geometridae	3	0,35	3.57	Très rare
		Notodontidae	58	6,82	4.76	Très rare
	Noctuoidea	Erebidae	149	17,51	26.19	Assez rare
	Noctuidae	15	1,76	10.71	Rare	
<b>Totale</b>			<b>851</b>	<b>100.00</b>		

#### 4.4. Fréquence d'occurrences

Fréquences d'occurrences globales (FO%) selon les familles de lépidoptères Au niveau du parc national de Theniet El Had, 11 familles qui sont enregistrées les plus grands nombres de cas d'espèces appartenant à la classe très rare allant de 1.19% à 8.33%. 2 familles rares avec un taux de 10.15% et 15.48%. Par contre une seule famille des Erebidae notée comme espèces assez rare avec 26.19%. La classe fortement constante des espèces est enregistrée pour la famille des Nymphalidae (86.90%). Effectivement elle est dominante au niveau de ses habitats. Egalement nous notons qu'une seule famille appartient aux classes des espèces accessoires les Pieridae avec 41.67 % et suivie par la classe des espèces accidentelles des Lycaenidae (30.90%) (Tab. 4).

#### 4.5. Indice de diversité

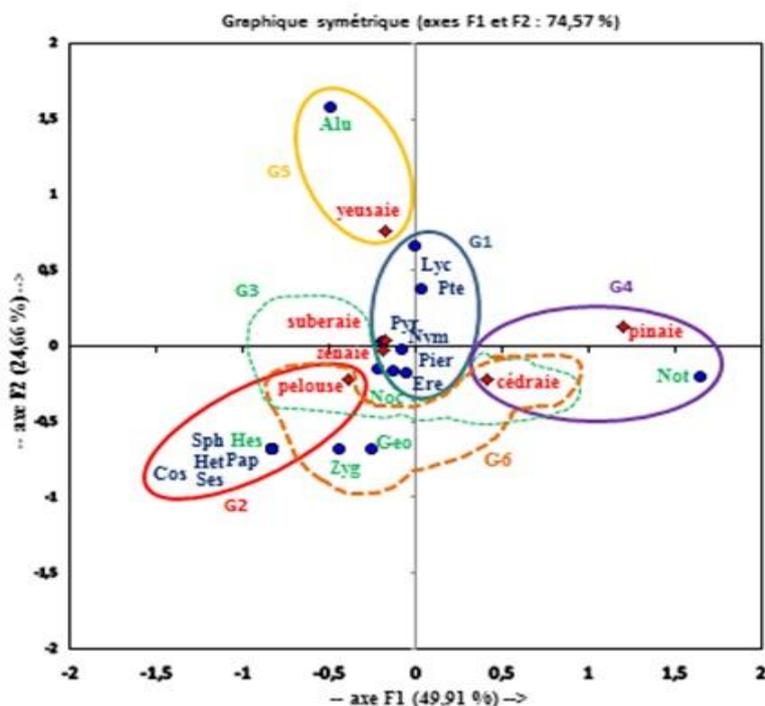
L'indice de diversité ( $H'$ ) montre que la clairière (pelouse) semble être la plus diversifiée en termes d'espèces de papillons avec 2.73 bits suivies de la cédraie avec  $H' = 2.58$ bits. Puis vient la yeusaie avec 2.28 bits et Zénaie avec 2.21 bits. Ensuite la Pinaie et la subéraie avec 2.17 bits et 2.12 bits respectivement. La valeur d'équitabilité de tous les habitats est équilibrée en termes de nombres de papillons allant de 0.68 à 0.79 (Tab. 3).

#### 4.6. Analyse factorielle des correspondances

Analyse des données par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) Les familles de lépidoptères recensés dans différents habitats au niveau du parc national de Theniet El Had sont représentées dans la figure 4. Dans l'ensemble des habitats les familles de lépidoptères capturées contribuent à l'inertie totale avec 49.91% pour l'axe 1 et avec 24.66% pour l'axe 2 (Fig. 4). La somme des contributions des deux axes est de 74.57%. Elle est supérieure à 50%, donc le plan qui constitue ces deux axes est suffisant car il contient le maximum d'informations pour l'interprétation des résultats. Les habitats qui participent dans la formation de l'axe 1 sont surtout la pinaie avec 54,80%, la pelouse avec 21,65% et la cédraie avec 17,55%. Quant à la zénaie avec 2.08%, la yeusaie avec 2.05% et la subéraie avec 1.86%, elles interviennent moins. Pour la construction de l'axe 2 les stations qui contribuent le plus sont la yeusaie avec 74.77%, la pelouse avec 14,00%, la cédraie avec 9.73%. Par contre celle de la pinaie intervient faiblement avec 1,21%. Ainsi que la subéraie et la zénaie avec 0.18% et 0.11% respectivement. La yeusaie et la subéraie se situe dans le premier quadrant, cela signifie qu'il existe une association des espèces de papillons entre les deux habitats. La pinaie se situe dans le deuxième quadrant et la cédraie dans le troisième. Par contre la zénaie et la pelouse se situent dans le quatrième quadrant ce qui montre qu'il existe un rapprochement

---

entre les compositions en espèces des papillons dans ces deux habitations du parc national de Theniet El Had. La famille qui intervient le plus dans la formation de l'axe 1, avec un pourcentage égal à 84,66% est celle désignée par Notodontidae (Not). Pour ce qui est de l'axe 2 celle qui participe le plus à une contribution égale à 58.50% est la famille des Lycaenidae. Il existe 6 groupements particuliers les familles des papillons capturés aux niveaux des différents habitats qui retiennent l'attention. Ils sont signalés par G1, G2, G3, G4, G5 et G6. Le nuage de points A se situe près de l'intersection des axes 1 et 2, et regroupe 6 familles qui sont omniprésentes. Ces familles sont représentées notamment par des Pterophoridae (Pte), les Pieridae (Pier), les Lycaenidae (Lyc), les Nymphalidae (Nym), les Pyralidae (Pyr) et Erebidae (Ere). Le groupement G2 concerne les familles mentionnées seulement à la clairière (pelouse) représentées surtout par les Cossidae (Cos), les Sesiidae (Ses), les Heterogynidae (Het), les Papilionidae (Pap), Sphingidae (Sph) et les Hesperidae (Hes). Le nuage de points du groupe G3 contient une seule famille appartenant qui occupe les 4 habitats au même temps la cédraie, la pelouse, la zénaie et la subéraie, notamment les Noctuidae (Noc). Le nuage de points de G4 renferme une seule famille observée uniquement à la pinaie et la cédraie (ELM). Ce groupement comprend la famille de Notodontidae (Not). Pour ce qui est du G5, il contient une seule famille particulière à la yeusaie et la pelouse, représentés surtout par la famille des Alucitidae (Alu) (Fig. 3). La répartition des 2 familles sont regroupés dans le G6 qui comprennent les familles des Zygaenidae (Zyg) et des Geometridae (Geo) dans deux habitats différents : la cédraie et la pelouse. Cette répartition des familles dans différents habitats peut être expliquée avec les différences entre les essences floristiques qui se composent dans chaque habitat au sein de ce parc.



**Fig.3.** Répartition des familles de papillons entre les habitats d'étude, tel que déterminé par l'analyse factorielle de correspondance (AFC).

## 5. DISCUSSIONS

Les papillons ont la possibilité de se déplacer beaucoup plus facilement même si, en règle générale, ils se cantonnent aux milieux où la présence de la plante nourricière permettra le développement de la larve. Les Vanesses (Nymphalidae) par exemple, peuvent parcourir de grandes distances à la recherche du nectar des fleurs [4] mais aussi de miellat, d'exsudants de sève ou d'excréments pour puiser leur énergie. Ils se plaisent également à fréquenter des zones légèrement humides (flaques et les mares), aux bords desquelles ils trouvent des sels minéraux [68]. Dans cette étude, nous avons capturé au total 60 espèces réparties entre 3 clades, 9 superfamilles et 17 familles. Celle des Nymphalidae est représentée par le plus grand effectif en espèces. Le suivi des espèces de lépidoptères selon les 6 types d'habitats durant les 24 mois d'étude a permis de capturer un nombre d'espèces variant entre 22 et 54. La richesse la plus élevée est enregistré pour la clairière (pelouse) avec 54 espèces. Suivi par la cédraie avec 39 espèces. Puis par la yeusaie avec 33 espèces, la subéraie avec 30 espèces. Ainsi que la zénaie avec 29 espèces et enfin la pinaie avec 22 espèces. La richesse moyenne varie de 0.92 à 2.25. Nos résultats confirment à ceux de [53] qui ont enregistré un total de 2.276 individus représentant 22 espèces dans cinq paysages différents à l'ouest de la France, il s'agit d'un

complexe mosaïque, une forêt-prairie, un champs de maïs et de grandes prés temporaires; un mosaïque de plantes cultivées (le maïs et le blé); un mosaïque de prairies à petite échelle et des parcelles de plantes cultivées ; un complexe d'anciennes prairies, un verger et champs en jachère. Alors que [28] a noté 32 espèces de lépidoptères réparties entre Rhopalocères et Hétérocères sur divers milieux constituant la zone naturelle du Marais du Curnic en Guissény (Bretagne), des étangs saumâtres proches du littoral, des friches humides ou sèches bordant ces plans d'eau, des prairies humides et mares située en arrière des précédents, des zones de prairies tourbeuses, de roselière et de saulaies situées au sud-ouest de la zone. Tandis que 202 espèces de papillons appartenant à 18 familles capturé par [63] dans deux localités de sud d'Algérie le Hoggar et le Tassili. Par contre [57] ont également signalé 22 espèces de papillons présentes dans les paysages agricoles de Mitidja en Algérie, comprenait les différents types de cultures qui y sont cultivées : verger d'agrumes, parcelle de maraichages, le verger de poiriers, le verger de pêchers et une parcelle de céréales. Ces différences enregistrées dans la diversité des espèces peuvent être expliquées par des périodes d'échantillonnage, qui sont liés à la présence de plantes nourrissantes. D'après [21], souligne qu'une plante nourrissante est parmi les facteurs clés dans le maintien des espèces d'insectes dans un habitat.

La diversité notée ( $H'$ ) dans notre station montre que la clairière (pelouse) semble être la plus diversifié en termes d'espèces de papillons avec 2.73 bits suivies de la cédraie avec  $H' = 2.58$  bits. Puis vient la yeusaie avec 2.28 bits et la zénaie avec 2.21 bits. Ensuite la pinaie et la subéraie avec 2.17 bits et 2.12 bits respectivement. La valeur d'équitabilité de tous les habitats est équilibrée en termes de nombres de papillons allant de 0.68 à 0.79 (Tab. 3). Effectivement la diversité est utilisée pour comparer la richesse des espèces dans deux biocénoses, en particulier lorsque le nombre des individus récoltés dans chacun d'entre eux est très différent. La diversité est conditionnée par deux facteurs, à savoir la stabilité de l'environnement et des facteurs climatiques [12]. Plusieurs habitats représentent des environnements stables avec des conditions aussi favorables pour les papillons. Dans notre présente étude la famille des Nymphalidae, reste la plus riche en espèces de nombre de 15 dans tous les types d'habitats. Suivi par la famille des Erebididae, des Pieridae et des Pterophoridae variant de 2 à 7 espèces (Tab.1 ; Fig.4). Cette présence des familles de papillons dans les 6 habitats est due à la richesse floristique qui bordent le parc national de Theniet El Had.

La clairière (pelouse) est l'une des habitats les plus riches soit par le nombre d'individus de papillon (tableau 3) ou par les plantes et fleurs où plusieurs sources d'eaux au niveau du parc

dont certaines sont captées et utilisées pour les besoins de la faune. Citons la source Ain Touilla, la source Ain Harhara, la source Djedj El Ma, la source de Toursout et retenue collinaire au Sud du Sidi Abdoun. Cette dernière est dominée par la strate herbacée riche en Astéracées telle que *Bellis perennis*, *Bellis annua*, *Eryngium campestre*, *Paronychia argentea*, *Salix alba*. Les orchidacées comme *Orchis simia*, *Orchis papilionacea*, *Orchis italica*, *Ophrys fuciflora*, *Ophrys tenthredinifera*. Les Fabacées : avec *Calicotum spinosa*, *Vicia sicula*. Les Apiacées présentés par *Ferula communis*. Les Liliacées : *Bellevalia romana*, *Narcissus cantabrica*. Les Iridacées : *Romulea bulbocodium*. Les Lamiacées avec l'espèce *Phlomis crinita*. Les Violaceae : *Viola munbyana*, Les Geraniaceae : *Geranim atlanticum* et enfin les Brassicacées avec *Alliaria officinalis* [5]. A l'exposition sud de la clairière ; nous remarquons la réduction du tapis végétal en matière de diversité forestière ; cela est due essentiellement au pâturage traduit par la présence des animaux domestiques et l'installation d'espèces opportunistes qui favorise le pâturage tels que *Calendula arvensis*, *Anacyclus clavatus*, *Marrubium vulgare*, *Malva sylvestris*, *Plantago lagopus*, *Rumex bucephalophorus*, *Reseda alba* [44]. Nous remarquons l'absence d'une seule famille, celle des Notodontidae, dans la clairière. D'après [47], les milieux moins perturbés contiennent une faune plus riche et plus abondante, plusieurs espèces ne se trouvent qu'en forêt ou sur les clairières. Le pâturage constitue un phénomène étalé dans le temps, progressif, et qui se double d'un piétinement plus ou moins intense, conduisent rapidement à la dégradation du couvert végétal et du sol contribuant à l'appauvrissement généralisé des communautés animales et végétales [37].

Les chênes verts occupent une superficie de 1000 ha dans l'habitat de la yeusaie [70]. Huit familles de papillons sont notées dans la yeusaie dont la famille la mieux représentée est celle des Lycaenidae (42 individus), suivi par les Nymphalidae (37individus) et Pieridae (16 individus) (Tab. 3). Parmi les espèces de papillons les plus abondantes sont : *Neozephyrus quercus* avec 27 individus, *Pieris rapae* et *Hipparchia algerica* avec 09 individus chacun, *Maniola jurtina* et *Argynnis pandora* avec 06 individus chacun (Tab. 1). Les feuilles du chêne vert sont les plus recherchées par les lépidoptères. Parmi lesquelles ; la Thécla du chêne *Neozephyrus quercus* [4], indique que le Chêne vert joue un rôle important comme zone de refuge. On s'aperçoit que lors des fortes chaleurs un grand nombre de papillons se tiennent à l'ombre du feuillage des Chênes vert.

La cédraie occupe le versant Nord, le recouvrement des peuplements est très important (70-80%). Dans cette strate, la densité est très élevée 400 pieds /ha); la superficie globale est estimée à 1000 ha [70]. 10 familles sont capturées aux niveaux de cette habitat dont la famille

la mieux représentée est celle des Nymphalidae avec 53 individus, suivi par les Erebidae (41 individus), les Pieridae (35 individus), les Notodontidae (32 individus). Puis viennent les Lycaenidae avec 12 individus et les autres familles sont faiblement présentes allant de 1 à 4 individus (Tab. 3). L'espèce la Mariée *Catocala nupta* est la plus répandue avec un taux de 6% (18 individus). [54] mentionnent que la mariée au repos et en cachant ses ailes postérieures est très bien camouflée sur l'écorce des arbres ; dérangée elle s'enfuit en dévoilant ses ailes rouges et s'abat au sol pour échapper au prédateur éventuel. Elle colonise les forêts de feuillus humides, les bords des cours d'eau, étangs, forêts alluviales. Suivi par *Thaumetopoea bonjeani* et *Catocala ilia* avec 17 individus chacun, *Thaumetopoea pityocampa* et *Pieris brassicae* avec 15 individus chacun.

La cédraie de Theniet El Had connaît un dépérissement depuis plusieurs années suites à l'interaction de plusieurs facteurs destructeurs, entre autre les insectes, plus spécifiquement les lépidoptères défoliateurs. La processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* et *Thaumetopoea pityocampa* [6]. D'après [40] qui a travaillé en 2009 sur le dépérissement dans le parc national de Theniet El Had (Alger) représente un taux le plus important, est le canton Guerouaou 26.24% suivi par le canton Pré Benchouhra 18.77%. L'existence des arbres réceptifs et affaiblie attirent les espèces agressives et les ravageurs redoutables. Selon [29] ; [30] et [42], *Thaumetopoea bonjeani* est présente dans toutes les cédraies algériennes : Aurès, Djurdjura, Babors, Theniet El Had, Boutaleb et Chréa. Ces auteurs n'ont cité qu'une espèce : *T. pityocampa*. En juin 1982, une nouvelle chenille processionnaire de cèdre *Thaumetopoea bonjeani* causant des dégâts importants a été signalée dans la cédraie du Belezma (massif des Aurès) avec une forte présence dans ce massif, dont elle avait provoqué une grave défoliation plus de 80% sur plus de 500 ha en 1984 [29]. Or qu'en Bulgarie, [3], [1] et [55] ont notés la présence des deux *Thaumetopoea bonjeani* et *Thaumetopoea pityocampa* sur la cédraie. Tandis que [27] a signalé la présence d'une autre espèce sur les cônes du cèdre du P.N.T.E.H, *Dioryctria peltieri* (de Joannis, 1908), elle n'est pas citée dans notre inventaire.

La subéraie du parc national de Theniet El Had se localise dans le versant sud, plus particulièrement dans les cantons Ourten et Sidi Abdoune [70]. Sa superficie globale est estimée à 680 ha. Cet habitat est caractérisé par la présence des peuplements à chêne liège, *Quercus suber*, qui occupent des étages altitudinaux supérieurs (plus de 1500 m), qui sont très rare dans le pourtour méditerranéen. Les familles les plus abondantes dans la subéraie sont de nombre de 7 citons les Nymphalidae (38 individus), les Erebidae (35 individus), les Pieridae (16 individus), les Lycaenidae (15 individus), les Pterophoridae et les Noctuidae 1 individu

chacun dont les espèces de papillons présentes dans la subéraie sont : *Lymantria dispar* avec 15 individus, *Catocala nupta* (09 individus), *Maniola jurtina* (08 individus), *Catocala delilah* et *Hipparchia algerica* avec 07 individus chacun. Nous remarquons la dominance du Bombyx disparate (*Lymantria dispar*) dans la subéraie. Cette espèce est signalée par [3]. Les défoliateurs sont les principaux ravageurs du chêne-liège. Les Notodontidae et les Erebidae, avec plus précisément *Lymantria dispar*, sont les familles qui regroupent la majorité des espèces défoliateurs inventoriées et qui sont responsables pour la majorité des dégâts observés sur les arbres forestiers. D'après [31], les Thérophytes sont les plus représentées dans le parc national de Theniet El Had. En effet, un nombre élevé de thérophytes indique une forte perturbation du milieu par l'activité anthropozoïque, notamment le pâturage [11]. Le Bombyx disparate est le lépidoptère qui provoque les dégâts. Parmi les principaux phyllophages qui vivent au dépense du feuillage du chêne-liège autres que *Lymantria dispar* sont *Orgyia trigotephras*, *Catocala nymphagoga*, *Tortrix viridana* et d'autres espèces de la famille des Geometridae [10]. D'après [67], lors de la phase de culmination, la densité des chenilles devient considérable et les surfaces des forêts défoliées peuvent atteindre des dizaines de milliers d'hectares. Alors que [10] notent que certaines espèces sont capables d'attaquer l'arbre sur pied et sont dits Primaires. Parmi lesquelles ; le Gâte-bois, *Cossus cossus*. Nous avons trouvé un seul individu de ce dernier, au niveau d'une clairière. La zénaie, nous la trouvons dans quelques stations peu étendues dont le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord, les 2/3 restent en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis [70]. Nous avons recensés 7 familles dont la famille la plus réponsus est celle des Erebidae avec 35 individus, suivi par les Nymphalidae (34 individus), les Pieridae (15 individus) et les Lycaenidae (11 individus). Les autres familles sont faiblement représentées avec 1 à 6 indivius (Tab. 3). Les espèces de papillons les plus abondantes dans la zénaie sont : *Catocala ilia* avec 14 individus, *Catocala nupta* (13 individus), *Catocala delilah* (08 individus), *Maniola jurtina* et *Nymphalis polychloros* 07 individus chacun. La mariée *Catocala ilia* est l'espèce la plus abondante dans la zénaie par rapport aux autre 06 types d'habitats étudiés. Les défoliations du chêne zeen sont dus à la Tordeuse verte ; *Tortrix viridana*, ou à des Phalènes Géométrides : Cheimatobie; *Operophtera brumata* et Hibernie ; *Erannis defoliaria*, celles en mai et début du mois de juin sont dus à la Processionnaire du Chêne, alors que ceux de la fin du printemps, les dégâts sont causés par Bombyx disparate (*Lymantria dispar*) d'après [48]. Concernant la pinède, elle s'étend sur une superficie de 800 ha, caractérisé par de vieilles futaies, occupant principalement les basses altitudes du versant Nord du canton

Guerouaou [70]. Sur le pin d'Alep, nous avons recensé 7 familles, celles des Notodontidae qui dominent avec 26 individus, suivi par celles des Nymphalidae (20 individus), les Lycaenidae (14 individu). Puis les autres familles sont moins fréquent allant de 1 à 6 individus. Parmi les 22 espèces capturées dans ce type d'habitat et les plus abondantes citons *Thaumetopoea bonjeani* et *Thaumetopoea pityocampa* 13 individus chacun et *Maniola jurtina* (08 individus). La chenille Processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* est l'un des ravageurs les plus redoutables du pin d'Alep. Les défoliations occasionnées par cet insecte affaiblissent les arbres attaqués et provoquent des pertes de croissance et de production considérables [14]; [35]; [61] & [36]. En Algérie, on cite les travaux sur les défoliateurs du pin d'Alep de [71] qui a inventorié une entomofaune importante du pin d'Alep dans la forêt de Bainem (Alger) répartie entre les Coléoptères et les Lépidoptères. Celle de [41] a estimé les dégâts provoqués par *Rhyacionia buoliana* en Algérie et enfin [46] a estimé les dégâts de la Processionnaire du pin au niveau de la forêt de Nador (Tiaret). La présence des espèces de lépidoptères varie selon la structure du végétal considéré.

## 6. CONCLUSIONS

Cet inventaire des lépidoptères n'est évidemment qu'un aperçu de la faune des papillons de ce parc qui possède une grande richesse tant de la faune que de la flore. Les lépidoptères ainsi recensés présentent un grand nombre d'espèces citées pour la première fois dans le parc national de Theniet El Had. Parmi les 60 espèces de papillons capturés, les 22 espèces suivantes étaient déjà connues du parc : *Thaumetopoea pityocampa*, *Thaumetopoea bonjeani*, *Lymantria dispar*, *Autographa gamma*, *Aporia crataegi*, *Colias croceus*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Pontia daplidice*, *Anthocharis belia*, *Maniola jurtina*, *Hipparchia aristaeus*, *Melanargia galathea*, *Nymphalis polychloros*, *Argynnis pandora*, *Vanessa cardui*, *Neohipparchia statilinus*, *Coenonympha pamphilus*, *Vanessa atalanta*, *Zerynthia rumina*, *Lycaena phlaeas*, *Neozephyrus quercus* et les 38 espèces de papillons qui restent sont considérées comme des espèces qui n'ont jamais été signalées au niveau de notre zone d'étude (Tab. 1).

La clairière est la plus peuplée en lépidoptères avec 54 espèces, la cédraie héberge 39 espèces suivi de la yeusaie avec 33 espèces, la subéraie et zénaie ne comportent que 30 et 29 espèces respectivement. La pinaie ne compte que 22 espèces.

Parmi les différentes familles de la faune lépidoptérique les Nymphalidae sont les plus diversifiés en espèces (15 espèces avec 73 apparitions) et présentent le plus grand nombre d'individus (280) dans tous les habitats étudiés.

Les Notodontidae et les Erebidae sont les familles qui regroupent la majorité des espèces défoliatrices inventoriées (principalement *Thaumetopoea bonjeani* (30), *Thaumetopoea pityocampa* (28) et *Lymantria dispar* (20). Ils sont responsables pour la majorité des dégâts observés sur les arbres forestiers.

En effet, ce travail est une approche préliminaire ayant pour objectif principal d'établir une liste de la faune des lépidoptères du P.N.T.E.H.

Les six types d'habitat étudiés ne sont pas représentatifs dans tout le massif de Theniet El Had, et il serait donc souhaitable de recenser la lépidoptérofaune dans d'autres habitats pour dresser une liste plus ou moins complète des principales espèces de cette réserve naturelle.

Pour terminer, nous encourageons donc le maintien de tels programmes d'inventaires naturalistes, particulièrement entomologiques, et bien sûr la prise en compte des lépidoptères dans les futures démarches en fonction des différents habitats.

## 7. REFERENCES

- [1] Abdelhamid D. Contribution a l'étude des insectes du Cèdre de l'Atlas (c.a.m.1844) dans la Cédraie de T-E-H. Thèse Ingénieur, Université des sciences et technologie de BLIDA, Institut d'Agronomie, 68 p, 1992.
- [2] Abdelhamid D. Etude bioécologique de l'entomofaune du Cèdre de l'Atlas, dans la Cédraie de T-E-H. Thèse Magister, Institut National Agronomique, Alger, 106 p, 1999.
- [3] Anonyme. Etude et projets pour la mise en valeur des terres, aménagement des forêts et des parcs dans le massif de l'Ouarsenis. Lescomplekt Engineering Fiches descriptives ,1984, 19- 69 p. + annexes.
- [4] Bachelard P., Morel D. Inventaire des Lépidoptères de la Réserve naturelle des Coussouls de Crau (Bouches-du-Rhône). Réalisé à la demande du Conservatoire – Etudes des Ecosystèmes de Provence, 2008,54 p.
- [5] Belkaid B. Etude phytoécologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie du Parc National de Théniet El Had. Thèse Ingénieur, Institut de Technologie Agricole, Mostaganem, 46 p, 1988.
- [6] Bentouati A. La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). Forêt méditerranéenne, 2, 2008,203-208.

- 
- [7] Blondel J., Ferry C., Frochot B. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1-2), 1973, 63–84.
- [8] Blondel J. Biogéographie et écologie. Editions Masson, Paris, 1979, 173 p.
- [9] Chadouli F. Contribution à l'inventaire de l'entomofaune en fonction de quatre ranches altitudinale de versants sud du parc national de T-E-H. Thèse Ingénieur, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 64 p, 2005.
- [10] Chakali G., Ghelem M. Etat sanitaire des subéraies en Algérie. *Annale de la recherche forestière au Maroc*, 39, 2008, 93–99.
- [11] Dahmani M. Diversité biologique et phytogéographique de chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia Mediteranea*, 22, 1996, 19–38.
- [12] Dajoz R. Précis d'écologie. Editions Dunod, Paris, 1970, 357 p.
- [13] Dajoz R. Précis d'écologie. Editions Gauthier-Villars, Paris, 1982, 503 p.
- [14] Demolin G. & Rive. La processionnaire du pin en Tunisie. *Annales de L'INRF de Tunisie*, 1(1), 1968, 1–19.
- [15] De Prins W. Systematische Naamlijst van de Belgische Lepidoptera. *Entomobrochure*, 4, 1983, 1–57.
- [16] De Prins W. *Scrobipalpa proclivella* (Lepidoptera: Gelechiidae), a species new to Belgium. *Phegea* 36 (2), 2008, 57–58.
- [17] De Prins W. Catalogue of the Lepidoptera of Belgium. *Entomobrochure*, 9, 2016, 1–279.
- [18] De Prins W., De Prins J. *Metalampra italica* (Lepidoptera: Oecophoridae), also in Belgium. *Phegea*, 42 (2), 2014, 26–28.
- [19] De Prins W., Steeman Ch., Sierens T. Interessante waarnemingen van Lepidoptera in België in 2014 (Lepidoptera). *Phegea*, 43 (4), 2015, 98–103.
- [20] De Prins W., Mazzei P. Some faunistic notes on selected moth species (Lepidoptera) from the Seychelles. *Phelsuma*, 24, 2016, 21–34.
- [21] Deschamps-Cottin M., Descimon H., Roux M. Valeur trophique des plantes nourricières et préférence de ponte chez *Parnassius apollo* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 320 (5), 1997, 399–406.
- [22] Diomande D., Gourene G., Tito de Morais L. Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* (Siluriformes : Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia, Côte d'Ivoire. *Cybium*, 25 (1), 2001, 7–21.
- [23] D.P.N.T.H. Direction du Parc National de Théniet El Had (Département des ressources naturelles). Présentation sur le Parc National De Theniet El Had, 2016, 14 p.

- 
- [24] Efetov K., Hofmann A., Tarmann G. Application of two molecular approaches (use of sex attractants and DNA barcoding) allowed to rediscover *Zygaenoprocris eberti* (Alberti, 1968) (Lepidoptera, Zygaenidae, Procridinae), hitherto known only from the female holotype. *Nota Lepidopterologica* 37 (2), 2014, 151–160.
- [25] Nieuwerkerken E.J. van., Kaila L., Kitching I.J. & al. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang Z-Q ed. *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148, 2011, 212–221.
- [26] Faure É. Suivi de milieux ouverts dans le parc naturel régional du Luberon par des papillons de jour (Rhopalocères) bioindicateurs. *Courrier scientifique du parc naturel régional du Luberon*, n° 8-2007, 2007, 86–101.
- [27] Fendil A. Etude des insectes liés aux cônes du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica*.M) dans le parc national de Theniet el Had, Thèse Ingénieur, Université Ibn Khaldoun, Tiaret p. 67, 2007.
- [28] Fouillet, P. Etude entomologique du Marais du curnic en Guissény (Finistère). Analyse des richesses des différents biotopes et propositions de mesures de gestion conservatoire favorables aux invertébrés. *Etudes Faunistiques et Ecologiques*, 1998, 6–30.
- [29] Gachi M., Khémici M., Zamoum M. Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre *T. bonjeani* Powell {Lepidoptera thaumetopoeidaé). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 1, 1986, 53–63.
- [30] Gachi M. Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du Cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera ; Thaumetopoeidae). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 27, 1994, 527–537.
- [31] Habib N. Contribution à l'élaboration d'une liste rouge de la flore vasculaire du Parc National de Théniet El Had (W. Tissemsilt). Thèse Ingénieur, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 51 p, 2013.
- [32] Hausmann A. *Thera britannica* (Turner, 1925) (= *Thera albonigrata* Gornik) in Südbayern (Lep., Geom.). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 37 (4), 1988, 101–103.
- [33] Hausmann A. Faszination Biodiversität. In Herzog, E. & H.-C. Bauer (2011): *Blickpunkt: Darwin*. Books on Demand, Salzburg, 211 p. [chapter pagination, 2011, 11–31].
- [34] Hausmann A. Jagd nach urweltlichen Geometriden in Südafrika. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 64 (1/2), 2015, 62–63.

- 
- [35] Hervouet L. Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de *Pinus* dues à deux défoliateurs forestiers. I - Cas de la processionnaire du Pin en région méditerranéenne. *Annales des Sciences forestières*, 43 (2), 1986, 239–262.
- [36] Jacquet J.-S. Impacts des défoliations de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur la croissance du pin maritime (*Pinus pinaster*). Thèse doctorat, Université de Bordeaux, 2012, 140 p.
- [37] Jaulin S., Baillet Y. Identification et suivi des peuplements de Lépidoptères et d'Orthoptères sur l'ENS du Col du Coq - Pravouta. Rapport d'étude de l'OPIE-LR, Perpignan, 2007, 107 p.
- [38] Joaquín Baixeras A. Book Review: *Eucosma* Hübner of the Contiguous United States and Canada (Lepidoptera: Tortricidae: Eucosmini). *Nota Lepidopterologica*, 38 (2), 2015, 157–158.
- [39] Jérémy D., Daniel V., Fabien V. Expérience territoires de conciliation Homme-Nature. Les Hétérocères ou « Papillons de nuit ». Groupe Associatif Estuaire, Paris, 2014, 2 p.
- [40] Kacha S. Contribution à l'étude de quelques facteurs causaux du dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet el Had. Thèse d'Ingénieur, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 106 p, 2009.
- [41] Kerris T. La tordeuse des pousses de pin (*Rhyacionia buoliana* Schiff.), répartition, dégâts et lutte en Algérie. Séminaire international sur les techniques de luttés contre la désertification, Alesco, Bou-Sâada, 1987, 1-25.
- [42] Khemici M. Protection des cédraies en Algérie : Inventaire des insectes ravageurs et réseaux d'avertissement et de lutte. In : Workshop on Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region. University of Beirut, Liban, 2001,10–18.
- [43] Lafranchis T. Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 2000, 448 p.
- [44] Letreuch B.A., Medjahdi B., Letreuch B.N. *et al.* Diversité floristique des subéraies du parc national de Tlemcen (Algérie). *Acta botanica malacitana*, 34, 2009, 78–89.
- [45] Li H.H. *The Gelechiidae of China* [I] (Lepidoptera: Gelechioidea). Nankai University Press, Tianjin, 2002, 538 p.
- [46] Maatoug M. Bio-écologie de la processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Lep-Thaum) et estimation des dégâts dans la forêt de Nador (Tiaret). Thèse Ingénieur Forestier, Université de Tlemcen, 122 p, 1992.

- 
- [47] Manil L., Lerch A., Edelist C. *et al.* Suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF). Association des Lépidoptéristes de France (ALF) ; UMR 5173, Département Écologie et Gestion de la Biodiversité, Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Paris. 2009, 41 p.
- [48] Malphettes C.B. Les défoliateurs du chêne. Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts INRA, 1990, 191–197.
- [49] Martiré D., Merlier F., Turlin B. Guide des plus beaux papillons et leurs fleurs favorites. Editions Belin, Paris, 2016, 383 p.
- [50] Neggaz B. Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne liège (*Quercus suber*) dans le parc national de T-E-H. Thèse Ingénieur, Université de Ibn Khaldoun, Tiaret, 66 p, 2005.
- [51] Oberthür C. Faunes entomologiques descriptions d'insectes nouveaux ou peu connus. Etude sur la faune des lépidoptères d'Algérie. *Etudes d'Entomologie*, pls I–IV., 1876, 1, 1–74.
- [52] Oberthür C. Faune des lépidoptères d'Algérie. *Etudes de Lépidoptérologie comparée*, X, 1915, 07–195.
- [53] Ouin A., Burel F. Influence of herbaceous elements on butterfly diversity in hedgerow agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1915,93, 2002, 45–53.
- [54] Perette L.N., Spill F., Rauch M. Les Papillons de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord. Eguelshardt, Cicogna, 324 p. [chapter pagination, 2009, 209–210].
- [55] Rahim N. Bio-écologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera, Notodontidae) dans le Djurdjur. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique, Alger, 113 p, 2015.
- [56] Ramade F. *Éléments d'écologie. Ecologie fondamentale.* Editions McGraw-Hill, Paris, 1984, 397 p.
- [57] Remini L., Moulai R. La diversité et la structure des populations de papillons dans les agro-écosystèmes de Mitidja (Algérie). *Zoology and Ecology*, 2015, 11 p.
- [58] Rothschild L., Hartert E., Jordan K. Algerian lepidoptera. Explanation of figures on plate. *Novitates Zoologicae*, XXVII, 1920,544 p.
- [59] Rungs E. Catalogue raisonné des lépidoptères du Maroc, Inventaire faunistique et observations écologiques. Institut scientifique, Rabat, Tome I (1979), 1–222, Tome II (1981), 1979–1981, 223–583.
- [60] Senouci F. Initiation à l'inventaire de l'entomofaune de *Cedrus atlantica* (Cèdre de l'Atlas) et sa relation avec le dépérissement dans le parc national de T-E-H. Thèse Ingénieur, Université de Ibn Khaldoun, Tiaret, 64 p, 2006.

- 
- [61] Sghaier T., Khouja M.L., Ben Jamaa M.H. Effet de la hauteur des arbres sur le comportement des provenances de pin d'Alep vis à vis des attaques de la processionnaire. Institut National de Recherches en Génie Rural Eaux et Forêts, Tunis, 1999, 21–31 p.
- [62] Soures B. Contribution à l'étude des Lépidoptères de la Tunisie. Biologie des espèces nuisibles ou susceptibles de le devenir. *Publication Tunisie*, 1 v, 1948, 211 p.
- [63] Speidel W., Hassler M. Die Schmetterlingsfauna der südlichen algerischen Sahara und ihrer Hochgebirge Hoggar und Tassili n'Ajjer (Lepidoptera). *Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo, Supplement*, 1989, 1–156.
- [64] Tarmann G.M. The decline of Zygaenidae in the valleys of the Alps during the last 100 years. Abstracts of the XV International Symposium on Zygaenidae, Mals, 2016, 11–18 September 2016: 38.
- [65] Tolman T., Lewington R. Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Editions Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris, 1999, 320 p.
- [66] Tolman T., Lewington R. Afrique du nord. Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du nord. Editions Delachaux et Niestlé, 2014, 384 p.
- [67] Villemant C. Le Bombyx disparate en corse. *Insectes*, 3, 2003, 1–10.
- [68] Violaine F. Plein phare sur nos papillons forestiers. Volets papillons de jour et libellules. Groupe de Travail "Lycaena". *Echo des Réserves*, 2006, 8–11, 2–4.
- [69] Yahi N., Vela E., Benhouhou S. *et al.* Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa*, 2012, 13 p.
- [70] Zedek M. Contribution à l'étude de la productivité du *Cedrus atlantica* Manetti. (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet el Had. Thèse Magister, Institut National Agronomique, Alger, 175 p + annexe, 1993.
- [71] Zemmouri F. Contribution à l'étude de l'inventaire de l'entomofaune de *Pinus halepensis* Mill, *Pinus pinaster* L., *Pinus radiata* D. dans la forêt de Bainem (Alger). Thèse Ingénieur, Institut National Agronomique, Alger, 54 p, 1991.

**LA RICHESSE ET LA DIVERSITE DES POPULATIONS DE LEPIDOPTERES  
DANS DIFFERENTS HABITATS DU PARC NATIONAL THENIET EL HAD  
(ALGERIE)**

**RESUME**

La diversité des espèces de lépidoptères étudiés au niveau du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H.) durant 24 mois des années 2015 et 2016 ; dans différents habitats totalise 851 individus de lépidoptères, appartenant à 17 familles, 09 superfamilles et 60 espèces. Parmi ces dernières 31 Rhopalocères et 35 Hétérocères ont été inventoriées. La clairière (pelouse) est la plus riche en papillons avec une richesse de 54 espèces. Suivi par celle de la cédraie avec 39 espèces, la yeusaie avec 33 espèces, la subéraie avec 30 espèces, la zénaie 29 espèces, et enfin la pinaie avec seulement 22 espèces recensées. La famille des Nymphalidae est la plus dominante dans le parc avec un taux de 32.48%. L'indice de diversité ( $H'$  et  $H'_{max.}$ ) et l'équitabilité ( $E$ ) calculé au niveau des 6 types d'habitats est  $H' = 2,74$  bits,  $H'_{max.} = 4,09$  bits et  $E = 0,67$  cela signifie que les espèces de lépidoptères sont en équilibre au niveau des différents types d'habitats étudiés.

**Mots-clés:** Parc National de Theniet El Had, Lépidoptères, Rhopalocères, Hétérocères, Diversité ( $H'$ ), Equitabilité ( $E$ ).

**How to cite this article:**

Kacha S, Adamou-Djerbaoui M, Marniche F, and De Prins W. The richness and diversity of lepidoptera species in different habitats of the national park theniet el had (Algeria). *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2017, 9(2), 897-920.