



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE DE DOCTORAT LMD

EN SCIENCES BIOLOGIQUES

SPECIALITE : ECOLOGIE ANIMALE ET ENVIRONNEMENT

Présentée par :

Melle GUERMAH Dyhia

SUJET:

Bioécologie du carpocapse du pommier *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : Tortricidae) et inventaire de la faune arthropodologique dans des vergers de pommier traités et écologique dans la région de Tizi-Ouzou (Sidi Nâamane et Draa Ben Khedda).

Soutenue publiquement le 12 / 06 /2019 devant le jury composé de :

Président :	Mme SADOUDI-ALI AHMED D.	Professeur UMMTO
Directrice de thèse :	Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur UMMTO
Examineurs :	Mme CHEBOUTI-MEZIOU N.	Professeur UMB BOUMERDES
	Mme BELGUENDOZ-BENKHELFA R.	MCA USD BLIDA
	Mme GOUCEM-KHELFANE K.	MCA UMMTO
	Mr BICHE M.	Professeur ENSA EL HARRACH

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, j'exprime mes profonds remerciements à ma directrice de thèse M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité et tous les précieux conseils qu'elle m'a prodigué, sa modestie, sa perception toujours large et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail, elle m'a ouvert les portes d'une riche formation scientifique, en rendant ces six années particulièrement agréables sous un climat de sympathie, de confiance et de travail en équipe.

À M^{me} SADOUDI-ALI AHMED Djamila professeur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour ses encouragements, et ses conseils toujours très clairs et précis, pour sa confiance et l'intérêt qu'elle a manifesté à mon travail, et surtout de me faire l'honneur de présider le jury. Je la remercie infiniment.

Je suis très sensible à l'honneur que me fait M^{me} GOUCEM-KHELFANE Karima Maître de conférences classe A à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou en s'associant en tant que membre examinateur de cette thèse par sa très grande culture scientifique et ses connaissances en entomologie, elle rehausse ainsi la valeur de cette modeste recherche.

Mes cordiaux remerciements à M^{me} CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba Professeur à l'université de BOUMERDES, M^{me} BELGUENDOZ-BENKHELFA Rachida Maître de conférences classe A à l'université de BLIDA et M^r BICHE MOHAMED Professeur à l'école nationale supérieure d'agronomie d'El Harrach, d'avoir eu l'amabilité de me réserver de leurs précieux temps pour lire et évaluer ce travail et de me faire l'honneur d'accepter de faire partie du jury.

Je remercie bien vivement M^{me} MERNICHE Faiza, Docteur à l'école vétérinaire El Alia pour sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements, son hospitalité et pour son aide précieuse dans l'identification des espèces d'Arthropodes échantillonnés. Comme je n'oublie pas de remercier l'équipe du muséum d'histoire naturelle de Lyon tout particulièrement. Un grand et chaleureux merci au Dr FREROT Brigitte, pour son hospitalité au sein de l'INRA de Versailles-Grignon, son aide précieuse, et ses encouragements. Sans oublier toute l'équipe de l'IEES du laboratoire d'Ecologie chimique du département d'Ecologie sensorielle, Centina, Ené, Thomas et Rachid, travailler avec eux été un agréable moment, je les remercie profondément pour leur gentillesse. Je n'oublie pas Isabelle, Pascal et M^{me} BOUDIA Yaména, qui m'ont offert gentillesse et gaieté durant mon étude à l'IEES. Merci à ma famille,

ma chère et adorée mère Sekoura-Malika pour sa gentillesse, sa douceur, sa perception très claire et ses conseils avisés au moment de doute, ses encouragements, sa disponibilité et sa confiance incessante en mon travail scientifique. A à mon père Hamid pour sa confiance, ses encouragements et sa participation au travail réalisé sur terrain, en étant mon binôme par sa disponibilité en tout temps, sa compagnie et la sécurité qu'il a mis à ma disposition m'ont permis d'amener à terme ce travail. Un grand merci à ma sœur Thydia pour avoir contribué moralement à mon étude, par sa participation très humoriste et ses encouragements pour mener à bien cette thèse. Mes chaleureux remerciements vont à mon fiancé Sofiane pour sa patience et son aide sur le terrain, ses conseils et sa disponibilité en tout temps, il a été ma boussole durant mes moments de perdition et de panique. A la mémoire de ma chère et bienaimée petite sœur Bélynda parti beaucoup trop tôt, le petit ange de notre famille qui vit toujours dans nos cœurs, puisse Dieu l'accueillir dans son vaste paradis. Merci à ma belle-famille pour leur aide et leur encouragement. Un tendre merci à mon grand père Hocine qui m'a toujours encouragé et qui a souvent vu en moi une scientifique dont il aurait été fier, paix à son âme, que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

Je n'oublie pas remercier M^r REZZIK et M^r GOUDJIL pour m'avoir accueillie dans leurs pommeraies en mettant à ma disposition leurs connaissances, en installant un climat favorable et sécuritaire au sein des vergers, leur collaboration et leur aide m'ont permis de travailler avec dynamisme et confiance. J'adresse également mes vifs remerciements à M^r SMAIL de la SRPV de Draa Ben Khedda pour sa disponibilité et son orientation vers les vergers d'étude.

Un merci à tous ceux qui ont participé au terrain et au tri, par leur disponibilité et leur bonne volonté, sans qui, ce travail n'aurait pas vu le jour. Merci à tous mes étudiants que j'ai encadré dans cette thématique, chacun à apporté une petite touche pour faire avancer ce travail de recherche.

Je remercie tous mes amis ainsi que les membres de l'équipe du laboratoire de recherche dirigé par Pr MEDJDOUB-BENSAAD F. pour leurs encouragements, leurs conseils et tous les moments de fous rires, j'espère pouvoir partager des moments avec eux dans le futur.

Mlle GUERMAH Dyhia

Sommaire

Liste des figures		
Liste des tableaux		
Introduction.....		1
Partie bibliographique		
Chapitre 1 : Plante hôte le pommier		4
1.	Historique.....	4
2.	Origine.....	4
3.	Aire de répartition géographique	5
4.	Classification botanique	5
5.	Principales variétés du pommier.....	5
6.	Caractères botanique du pommier	6
7.	Mode de reproduction.....	7
8.	Multiplication.....	7
8.1.	Multiplication sexuée.....	8
8.2.	Multiplication végétative	8
9.	Physiologie.....	8
9.1.	Développement.....	8
9.2.	Floraison.....	8
9.3.	Phase de croissance	8
9.4.	Maturation	8
9.5.	Phase de sénescence	10
10.	Importance du pommier.....	10
10.1.	Importance agronomique.....	10
10.2.	Importance économique.....	10
10.2.1.	Dans le monde	10
10.2.2.	En Algérie	10
10.2.3.	Dans la wilaya de Tizi-Ouzou	11
11.	Exigences écologiques du pommier	12
11.1.	Exigences édaphiques	12
11.2.	Exigences climatiques	12
11.2.1.	Lumière.....	12
11.2.2.	Température.....	13
11.2.3.	Pluviométrie.....	13
11.3.	Besoin en élément minéraux.....	13
12.	Maladies et Ravageurs.....	13
12.1.	Principaux ravageurs du pommier.....	13
12.2.	Principales maladies du pommier.....	14
13.	Protection phytosanitaire	14
13.1.	Agriculture biologique.....	14
13.2.	Agriculture intégrée (Production fruitière intégrée).....	15

Sommaire

13.3.	Agriculture conventionnelle	15
13.4.	Alternatives possibles aux pesticides	15
13.4.1.	Pratique cultural.....	15
13.4.2.	Aménagement de l’habitat.....	16
Chapitre 2 : Le carpocapse du pommier <i>Cydia pomonella</i>		17
1.	Origine et air de répartition.....	17
2.	Plante hôte	17
3.	Position systématique	17
4.	Cycle biologique	18
5.	Comportement.....	19
5.1.	Nutrition	19
5.2.	Déplacement.....	19
5.3.	Ponte.....	20
6.	Dégâts.....	20
6.1.	dégâts actifs	20
6.2.	dégâts passifs.....	20
6.3.	dégâts stoppés.....	20
6.4.	dégâts cicatrisés.....	20
7.	Méthodes de protection du pommier contre le carpocapse.....	21
7.1.	avertissement agricole.....	21
7.2.	lutte biologique	22
7.3.	lutte autocide (Technique Insecte Stérile).....	22
7.4.	lutte biotechnique.....	22
7.5.	confusion sexuelle	22
7.6.	lutte attracticide	22
7.7.	Lutte chimique	23
Partie expérimentale		
Chapitre 1 : Présentation des régions d'études.....		24
1.	Situation géographique des régions d'études.....	24
1.1.	Situation géographique de la région de Draa Ben Khedda.....	24
1.2.	Situation géographique de la région de Sidi Naâmane.....	24
2.	Présentation des vergers d'études	24
2.1.	Présentation du verger de Draa Ben Khedda.....	24
2.1.	Présentation du verger de Sidi Naamane.....	26
3.	Entretien des vergers.....	26
3.1.	Labours.....	26
3.2.	Taille.....	26
3.3.	Traitement phytosanitaire	26
3.4.	Fertilisation.....	26
4.	Facteurs écologiques.....	27

Sommaire

4.1.	Facteurs abiotiques.....	28
4.1.1.	Facteurs climatiques.....	28
4.1.1.1	Précipitations.....	28
4.1.1.2	Température	29
4.1.1.3	Humidité.....	30
4.1.1.4.	Lumière.....	30
4.1.1.5	Synthèse climatique.....	31
4.1.1.5.1	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	31
4.1.1.5.2	Quotient pluviothermique d'Emberger.....	32
4.2	Facteurs biotiques	33
4.2.1.	Flore	33
4.2.2.	Faune	34
Chapitre 2 : Bioécologie du carpocapse.....		35
1.	Introduction.....	35
2.	Critères de choix des parcelles d'études	35
3.	Matériel et méthode.....	35
3.1.	Matériel végétal.....	36
3.2.	Capture des adultes mâles de <i>C.pomonella</i> par piège à phéromone sexuel.....	37
3.3.	Suivi de l'oviposition.....	38
3.4.	Estimation des dégâts sur fruits.....	38
3.4.1.	Estimation des dégâts sur fruits sur arbres.....	39
3.4.2.	Estimation des dégâts sur fruits tombés au sol.....	39
3.5.	Analyse statistique	39
4.	Résultats.....	39
4.1.	Evolution temporelle du nombre d'adultes de <i>C.pomonella</i> capturés au niveau des parcelles d'étude.....	39
4.2.	Dénombrement des œufs.....	44
4.2.1.	Variété Anna (Sidi Naamane).....	45
4.2.2.	Variété Golden delicious.....	46
4.2.3.	Variété Red delicious.....	47
4.2.4.	Variété Anna (Draa Ben Khedda).....	48
4.2.5.	Variété Dorset golden.....	49
4.3.	Estimation des dégâts sur arbre	51
4.4.	Estimation des dégâts des fruits tombés.....	57
5.	Discussions et conclusion.....	62
Chapitre 3 : Inventaire des arthropodes.....		69
1.	Introduction.....	69
2.	Matériels et méthodes.....	69
2.1.	Sur le terrain.....	69
2.1.1.	Filet à papillon.....	70

Sommaire

2.1.2.	Filet fauchoir.....	70
2.1.3.	Pièges trappes ou pots Barber	70
2.1.4.	Pièges colorés.....	71
2.2.	Méthodes de travail au laboratoire.....	71
2.2.1.	Triage	71
2.2.2.	Comptage.....	71
2.2.3.	Identification	72
2.2.4.	Régime alimentaire.....	72
3.	Exploitation des résultats obtenus par l'échantillonnage des arthropodes.....	73
3.1.	Qualité d'échantillonnage.....	73
3.2.	Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	73
3.2.1.	Indices écologiques de composition appliquée aux arthropodes échantillonnés dans le milieu étudié.....	73
3.2.1.1.	Richesse spécifique totale	73
3.2.1.2.	Abondance relative (fréquence centésimale).....	73
3.2.2.	Indices écologiques de structure appliquée à la faune capturée dans le milieu d'étude.....	74
3.2.2.1.	Indice de diversité de Shannon- Weaver.....	74
3.2.2.2.	Indice d'équitabilité.....	74
4.	Analyse statistique.....	75
5.	Résultats	75
5.1.	Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage par l'utilisation des différentes méthodes au niveau des différentes parcelles d'études.....	86
5.2.	Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition au niveau des cinq parcelles d'études.....	86
5.2.1.	Richesse totale des espèces d'arthropodes capturées suivant les quatre méthodes d'échantillonnage au niveau des cinq parcelles d'études.....	86
5.2.2.	Fréquences centésimales ou abondances relatives AR (%) appliquées aux ordres d'arthropodes recensées au niveau des cinq parcelles d'études par l'emploi des quatre méthodes d'échantillonnages.....	87
5.2.3.	Fréquences centésimales ou abondances relatives AR (%) appliquées aux espèces d'arthropodes recensées suivant leurs organisations trophiques au niveau des cinq parcelles d'études par l'emploi des quatre méthodes d'échantillonnages...	98
6.	Exploitation des résultats par indices écologiques de structure pour les espèces échantillonnées.....	108
6.1.	Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité appliqués aux espèces échantillonnées.....	108
7.	Discussion et conclusion.....	109
Chapitre 4 : Effet des composés organiques sur le comportement des larves de <i>C.pomonella</i>.....		117
1.	Introduction.....	117
2.	Matériels et méthodes.....	117
2.1.	Insectes	117

Sommaire

2.2.	Milieu artificiel.....	118
2.3.	Composés organiques volatils	119
2.4.	Tests d'attraction des larves.....	119
2.5.	Analyse statistique	120
3.	Résultats.....	121
3.1.	Action du milieu spodoptera artificiel et du milieu pomme sur les larves de <i>C.pomonella</i>	121
3.2.	Action des composés organique volatiles sur les larves de <i>C.pomonella</i>	122
4.	Discussions et conclusion.....	130
Conclusion		135
Références bibliographiques		141
Annexes		
Résumé		

Liste des figures

Figure 1	Caractères morphologique du pommier (Originale, 2017)	9
Figure 2	Stades phénologiques du pommier (Bloesch et Viret, 2013).	10
Figure 3	Cycle biologique de <i>C.pomonella</i> (Originale, 2018).	18
Figure 4	Forme des segments abdominaux chez le mâle et la femelle de <i>C.pomonella</i> (Originale, 2018).	19
Figure 5	Aspects des différents dégâts du carpocapse sur pomme (Originale, 2015)	21
Figure 6	Localisation de la région d'étude en Algérie (Scale: 2 mille/5km) (Google maps, 2017)	25
Figure 7	Précipitations moyenne mensuelles de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).	29
Figure 8	Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales de la région de Tizi Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).	29
Figure 9	Humidité relative (en %) de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).	30
Figure 10	Nombre d'heures d'insolation dans la région de Tizi-Ouzou (2006-2016) (O.N.M. Tizi-Ouzou, 2017).	31
Figure 11	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2006 - 2016).	32
Figure 12	Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2006-2016).	33
Figure 13	Variétés de pommes étudiées (Originale, 2015).	37
Figure 14	Piège Delta sexuel à phéromone visant à capturer les mâles du carpocapse du pommier (Originale, 2015).	38
Figure 15	Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Anna, durant les deux années d'étude.	40
Figure 16	Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Golden delicious durant les deux années d'étude.	41
Figure 17	Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Red delicious, durant les deux années d'étude.	42
Figure 18	Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna, durant les deux années d'étude.	43
Figure 19	Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden, durant les deux années d'étude.	44
Figure 20	Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Anna, pour les deux années d'étude.	45
Figure 21	Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Golden delicious, pour les deux années d'étude.	46
Figure 22	Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Red delicious, pour les deux années d'étude.	47
Figure 23	Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna, pour les deux années d'étude.	48
Figure 24	Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden, pour les deux années d'étude.	49
Figure 25	Evolution des populations du carpocapse <i>C.pomonella</i> suivant la phénologie du pommier sur variétés tardives (Golden delicious et Red delicious) dans le verger de Sidi Naamane (versant sud de l'Oued Sébaou).	50
Figure 26	Evolution des populations du carpocapse <i>C.pomonella</i> suivant la phénologie du pommier sur variétés précoces (Anna et Dorset golden) dans le verger de Draa Ben Khedda	50

Liste des figures

	(versant Nord de l'Oued Sébaou).	
Figure 27	Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Anna durant les deux années d'étude.	52
Figure 28	Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Golden delicious durant les deux années d'étude.	53
Figure 29	Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Red delicious durant les deux années d'étude.	54
Figure 30	Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna durant les deux années d'étude.	55
Figure 31	Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden durant les deux années d'étude.	56
Figure 32	Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Anna.	57
Figure 33	Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Golden delicious.	58
Figure 34	Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naamane : variété Red delicious.	59
Figure 35	Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région Draa Ben Khedda : variété Anna.	60
Figure 36	Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région Draa Ben Khedda : variété Dorset golden.	61
Figure 37	Les différentes méthodes de capture employées (Originale, 2015).	72
Figure 38	Fréquences centésimale des classes d'arthropodes recensés au niveau des parcelles d'études.	76
Figure 39	Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane) par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	89
Figure 40	Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Golden delicious par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	91
Figure 41	Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Red delicious par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	93
Figure 42	Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	95
Figure 43	Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Dorset golden par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	97
Figure 44	Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane) suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	99
Figure 45	Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Golden delicious suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	101
Figure 46	Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Red delicious suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	103
Figure 47	Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.	105
Figure 48	Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Dorset golden suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques	107

Liste des figures

	d'échantillonnages.	
Figure 49	Dispositif expérimental d'attraction des larves néonates par les composés organiques volatils.	120
Figure 50	Attractivité des larves néonates juvéniles par milieu Spodoptera et pomme séparément.	121
Figure 51	Attractivité des larves néonates vieilles par milieu Spodoptera et pomme séparément.	121
Figure 52	Attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé A aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	123
Figure 53	Attractivité des larves néonates vieilles par l'action du composé A aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	123
Figure 54	Attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé B aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	124
Figure 55	Attractivité des larves néonates vieilles par l'action du composé B aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	124
Figure 56	Attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé C aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	125
Figure 57	Attractivité des larves néonates vieilles par l'action du composé C aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	125
Figure 58	Attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé D aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	126
Figure 59	Attractivité des larves néonates vieilles par l'action du composé D aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).	126

Liste des tableaux

Tableau 1	Principales variétés du pommier cultivées en Algérie (Chaouia et <i>al.</i> , 2003).	6
Tableau 2	Evolution de la production des pommes en Algérie durant la période (2003-2014) (MADR, 2018)	11
Tableau 3	Evolution de la production des pommes dans la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période (2004-2017) (DSA, 2018)	11
Tableau 4	Principale maladies du pommier (DSA, 2017)	14
Tableau 5	Traitements homologués par la station régionale de protection des végétaux de la wilaya de Tizi-Ouzou et utilisés au niveau des quatre parcelles d'études.	27
Tableau 6	Caractérisation des différentes variétés étudiés (Andre, 1873 ; Trillot et <i>al.</i> , 2002 et Gautier, 2001).	36
Tableau 7	Tableau général représentatif des espèces capturées par les différentes techniques d'échantillonnages au niveau des 5 parcelles d'études.	76
Tableau 8	Valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces capturées par l'emploi des différents pièges en fonction des cinq parcelles d'études.	86
Tableau 9	Richesse totale des espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des différentes parcelles d'études.	87
Tableau 10	Valeurs de diversité de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité des espèces d'arthropodes capturés à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des parcelles d'études.	108
Tableau 11	Valeurs de l'équitabilité des espèces d'arthropodes capturés à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des parcelles d'études.	109
Tableau 12	Composition du milieu artificiel d'élevage de <i>C. pomonella</i> (Guennelon et <i>al.</i> , 1981).	118



Introduction

Le pommier *Malus domestica* est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée pour son fruit comestible (Chouinard et *al.*, 2000). La pomme occupe une importante part dans les échanges commerciaux avec une production mondiale de 80 millions de tonnes en 2013, classée ainsi comme le quatrième fruit le plus consommé après les agrumes, la banane et le raisin (FAO, 2018).

En Algérie, il existe environ 6000 variétés de pommier cultivées, dont 6 constituent 90% de la production nationale, occupant une superficie de 40418 ha en 2014, avec une production de 4628154 tonnes (MADR, 2018). Cette culture fait l'objet de nombreuses recherches pour améliorer sa production ainsi que sa protection contre ses nombreux ravageurs et maladies.

Par ailleurs, dans la région de Tizi-Ouzou les superficies de pommier cultivées sont passées de 596,5 ha en 2003 à 690 ha en 2016. Cette extension a permis une augmentation de la production locale en passant de 32091 à 113990 Qx, pour la même période (DSA, 2018). L'augmentation de la production peut être aussi attribuée à plusieurs facteurs, principalement l'amélioration des techniques de pomiculture appliquées (mise en production de jeunes vergers, fertilisation, entretien du sol, traitements phytosanitaires, utilisation ordinaire des portes greffes et variétés etc. ...).

Cependant, le pommier comme tous les arbres fruitiers forme un milieu favorable à l'installation des maladies (fongiques ; bactériennes et virales) ainsi qu'aux ravageurs animaux notamment les insectes.

Selon Dajoz (1980), les insectes forment l'une des classes la plus importante de règne animal par leur diversité, leur abondance et leurs niches écologiques très diversifiées. Ils peuvent être nuisibles mais également utiles tels que les parasites et les prédateurs, dont le rôle n'est pas négligeable dans la régulation des populations d'insectes ravageurs.

Parmi ces derniers, le carpocapse *Cydia pomonella* (Lepidoptera : Tortricidae) est l'un des principaux ravageur de l'ensemble des arthropodes nuisibles du pommier en Algérie (Lombarkia et *al.*, 2013). L'ampleur des dégâts occasionnés par le carpocapse *Cydia pomonella*, est considérable, les dommages estimés en verger non traité sont d'autant plus élevés et peuvent aller jusqu'à la perte totale des récoltes s'il n'est pas maîtrisé (Guermah et Medjdoub-Bensaad, 2018).

En Algérie, les dégâts causés par *C.pomonella* sont notés pour la première fois à Tlemcen par Delassus et *al.* en 1930, et confirmés par Frezal en 1939. D'autres travaux ont suivi afin de contribuer à la connaissance de la biologie et de la dynamique des populations ainsi que l'estimation des dégâts causés par ce déprédateur, comme ceux de Sellami (1979)

qui a étudié le comportement et la biologie du carpocapse dans le verger de Boufarik. Des études éco-biologiques de *C.pomonella* effectuées par Belkadi et Hamli (1998) ainsi que Chafaa (2007) dans la région de Aïn- tutta ; Brahim (2013) s'est intéressé au comportement de ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier dans la région de Batna.

L'arboriculture durable a pour objectif de produire des fruits de qualité avec une minimisation des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine, causés par l'utilisation abusive des pesticides contre les maladies et les ravageurs (Dubuis, 2010).

De ce fait, il est nécessaire aujourd'hui de développer de nouvelles méthodes de protection du pommier et prendre en considération leurs impacts négatifs, en mettant en œuvre de nouvelles pratiques agricoles qui intègrent une gestion rationnelle des organismes nuisibles et respectent l'équilibre de l'environnement et de la santé humaine. Pour cela, il est fondamental de mieux comprendre les relations existantes entre les insectes ravageurs et leurs plantes hôtes et ainsi connaître leurs dispersion spatiale et temporelle dans une région (Debouzie et Thioulouse, 1986).

Afin de déterminer la diversité des invertébrés, des inventaires ont été effectués dans des milieux naturels et agricoles, comme ceux de Couturier (1973) sur les peuplements d'insectes en verger naturel, Sotherton (1984) sur la répartition des arthropodes prédateurs hivernant sur les terres agricoles, les études réalisées par Guettala-Frah (2009) et Frah et *al.* (2015) sur l'entomofaune du pommier dans la région des Aurès.

L'objectif de notre travail est d'étudier la bio-écologie du carpocapse *C.pomonella* ainsi que la faune arthropodologique associée à la culture du pommier dans le but d'identifier d'éventuels prédateurs et parasites pouvant intervenir dans la régulation des populations de ce ravageur. Aussi envisager un programme de lutte rationnelle et plus respectueux de l'environnement par la mise au point d'une méthode de lutte basée sur le comportement des larves néonates de ce ravageur vis-à-vis des composés organiques volatils dégagés par la plante hôte *M. domestica*.

Ainsi, nous avons structuré notre travail en deux parties, après une introduction générale, la partie bibliographique renferme deux chapitres dont le premier aborde une synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la plante hôte: le pommier *M.domestica* (Borkh). Le second chapitre englobe des généralités sur le principal ravageur du pommier le carpocapse *C.pomonella*.

La deuxième partie expérimentale est structurée en quatre chapitres, dont le premier rapporte une description de la région d'étude ; ses caractéristiques géographiques et

climatiques. Le deuxième chapitre aborde l'étude de la dynamique des populations et la bioécologie du carpocapse du pommier *C. pomonella*. Le troisième chapitre traite l'inventaire de la faune arthropodologique recensée dans les vergers d'étude. Le quatrième et dernier chapitre comprend l'effet de différents composés organiques volatils sur le comportement d'attraction des larves néonates chez le carpocapse *C.pomonella*. Une conclusion générale assortie de perspectives pour les travaux futurs, clôturera les différents travaux réalisés.



Partie bibliographique

Chapitre I
Synthèse bibliographique
sur la plante hôte
Malus domestica Borkh.

1. Historique

La culture du pommier est très ancienne; il semble qu'elle soit connue sous le règne de Ramsès II, elle fut ensuite pratiquée par les Grecs et les Romains ; les cultivars furent sélectionnés et multipliés très tôt grâce au greffage, connus au moins depuis 2000 ans (Bore et Fleckinger, 1997).

Le pommier cultivé est considéré comme un hybride interspécifique, généralement désigné par *Malus x domestica* Borkh (Korban et Skirvin, 1984). Cette dénomination est sujette à discussion et sont recensés beaucoup de synonymes tels que *Pyrus malus* L., *M.malus* Britt., *M.sylvestris* Mill et *M.pumila* Mill (Korban et Skirvin, 1984; Mabberley et al., 2001; Juniper et Mabberley, 2006 ; Velasco et al., 2010). Bien que la dénomination *M.pumila* Mill ait été préconisée récemment, *Malus x domestica* reste la dénomination de référence dans la base de données taxonomiques du NCBI (National Center for Biotechnology Information) et c'est la plus utilisée actuellement (Qian et al., 2010).

2. Origine

Le lieu d'origine supposé du pommier a été inaccessible jusqu'à la fin de la guerre froide ; dès 1929, Vavilov (botaniste et généticien Russe) avait émis l'hypothèse que les formes domestiquées du pommier étaient toutes issues d'une même espèce sauvage des montagnes du Tian Shan, au Kazakhstan en Asie centrale, le pommier *Malus sieversii* ; dont les fruits présentent une impressionnante diversité morphologique et gustative, allant de grosses pommes juteuses (type Golden delicious) à de petites pommes vertes amères (Nabhan, 2010). Dès le néolithique, ils auraient colonisé la Chine, le Moyen-Orient et l'Europe en partie grâce aux échanges commerciaux, ce qui sera nommé plus tard la Route de la Soie (Harris, Robinson et al., 2002). Par la suite, le pommier domestiqué a été introduit en Europe et en Afrique du Nord par les Romains et les Grecs (Giraud et al., 2014).

Djungaliev, académicien et agronome kazakh, est le seul à défendre la thèse de l'origine, lui-même convaincu que le Tian Shan abrite toutes les expressions des caractères héréditaires de la pomme (Peix, 2010).

Plusieurs espèces de pommiers sauvages seraient à l'origine des variétés domestiques comme *M.sylvestris* Mill ; espèce répandue en Europe, *M.baccata* Borkh, espèce très résistante au froid et *M.sieversii* Ledeb ; endémique des montagnes d'Asie centrale (Velasco et al., 2010; Cornille et al., 2012).

3. Aire de répartition géographique

L'aire de répartition de *M. sieversii* s'étend des montagnes du Tian Shan aux bords de la mer Caspienne (Morgan et Richards, 1993). Vers la fin du Néolithique, début de l'âge de bronze, les voyageurs et leurs animaux domestiques empruntant les grandes voies commerciales, auraient disséminé des pépins du pommier sauvage asiatique de l'Asie centrale, vers l'Europe à l'Ouest et vers la Chine à l'Est (Juniper et Mabberley, 2006).

Le pommier cultivé *M. domestica* originaire du Caucase et d'Asie Mineur est devenue spontanée en Europe depuis la préhistoire (Remand, 1996). Il se rencontre sur une zone immense dans l'hémisphère nord, entre les latitudes 30° et 60° (Oukabli, 2004).

4. Classification botanique

Guiheneuf (1998) rappelle la classification du pommier comme suit :

Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous Classe :	Dialypétales
Ordre :	Rosales
Famille :	Rosacées
Sous Famille :	Maloidés
Genre :	<i>Malus</i>
Espèce :	<i>M.domestica</i> (BORKH)

Le genre *Malus* compterait de 7 à 78 espèces, suivant les botanistes (Janick et *al.*, 1996; Juniper et Mabberley, 2006), mais 25 espèces est souvent le nombre retenu (Phipps et *al.*, 1990). Il est à noter que la classification jusqu'au rang spécifique est difficile du fait de la grande diversité génétique, de l'hybridation potentielle ainsi que de la présence d'apomixie et de polyploïdie (Campbell et *al.*, 1991).

5. Principales variétés du pommier

Les différentes variétés de pommier sont présentées dans le tableau 1 (annexes) et les principales variétés cultivées en Algérie sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : principales variétés du pommier cultivées en Algérie (Chaouia et *al.*, 2003).

Groupe	Variétés
Groupe1 : besoin en froid (400 à 600 heures de froid)	Liorca Anna Dorset golden
Groupe2 : besoin moyen en froid (600 à 800 heures)	Golden Reine des reinettes
Groupe3 : besoin en froid élevé (> 800 heures)	Starkrimson

6. Caractères botaniques du pommier

D'après Harris et *al.* (2002), le pommier domestique, *M.domestica*, est un arbre fruitier de la famille des *Rosaceae*, sous-famille des *Maloideae*, genre *Malus* (Fig.1).

6.1. Arbres

Les pommiers sont hermaphrodites, ils possèdent des rameaux à écorce brune, lisse, à nombreux lenticelles, devenant rugueuses sur le vieux bois et portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels (Delahaye et Vin, 1997). Toutefois, le volume des arbres, ainsi que leur longévité, dépendent à la fois du génotype du greffon et de celui du porte-greffe (Pratt, 1990).

6.2. Racines

Le pommier possède deux types de racines, les principales, épaisses et étalées, formant une couche horizontale à moins de 50 cm de la surface et les secondaires ou verticales qui descendent jusqu'à la couche imperméable ou à la nappe phréatique (Jackson, 2003). L'activité des racines dépend de l'humidité, de la température et de l'aération du sol. Les conditions de températures qui peuvent conditionner la croissance normale se rapprochent de +7°C, l'absorption minérale à partir de +12°C et l'activité optimale entre 21 et 23°C (Guiheneuf, 1998).

6.3. Tige

Le tronc de l'arbre est recouvert d'une couche d'écorce dure, résistante et lisse, elle peut se détacher par écailles rectangulaires ; la couleur de l'écorce du pommier est gris-brun à brun foncé sur les sujets âgés (Bailey et Bailey, 1976; Webster, 2005 ; Cabi, 2012).

6.4. Feuilles

Les feuilles du pommier sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords ; elles portent 2 stipules foliacées à la base du pétiole (Pratt, 1988).

6.5. Fleurs

Selon Abbott (1984), l'inflorescence du pommier constitue un corymbe à floraison centrifuge et sont généralement au nombre de 6. Une grande variabilité de taille, du nombre et de couleur des pétales (blanc à rose foncé) a également été observée (Morgan, 2002). La fleur du pommier est composée de 5 sépales, 5 pétales, 20 étamines et un gynécée comportant 5 styles soudés à leur base (Pratt, 1988). Les anthères ont une déhiscence longitudinale qui s'effectue quelques heures après l'ouverture de la fleur. Elles libèrent un pollen lisse, peu adapté au transport par le vent du fait de son poids (Le Lezec et Thibault, 1986). L'ovaire comprend 5 carpelles infères soudés renfermant chacun 2 ovules, l'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent se développent pour former un fruit (Brown, 1975).

6.6. Fruit

La pomme est une drupe à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses qui renferment les grains. Ce fruit est de couleur et de goût variables suivant les variétés, dont la teinte définitive est caractérisée par la maturité finale du fruit (Breteadeau et Faure, 1991).

6.7. Graine

Les graines sont lisses, luisantes, leur teinte brune caractérise le fruit mûr (Ziadi, 2001). Dans chaque graine se trouve un embryon doté de réserves qui serviront à sa germination (Delahaye et Vin, 1997).

7. Mode de reproduction

Le régime de fécondation est l'allogamie car le pommier présente une auto-incompatibilité de type gamétophytique, ce mode de reproduction est à l'origine d'une forte hétérozygotie et d'une variabilité intra-spécifique importante (Lespinasse, 1990).

8. Multiplication

Le pommier se multiplie soit par voie sexuée en semant les pépins issus du même arbre ou par voie végétative par bouturage, marcottage, drageonnage ou par greffage (Rosamel et Lorgnier, 2001).

8.1. Multiplication sexuée

La multiplication sexuée est utilisée exclusivement pour produire des « francs », en faisant appel aux pépins de pomme à cidre ou autre sélection (Bretaudeau et *al.*, 1991).

8.2. Multiplication végétative

La multiplication végétative se fait à partir d'une partie de la plante initiale détachée du pied mère et fait en sorte que le nouveau plant devienne autonome. Les procédés de multiplication végétative peuvent être le marcottage, le bouturage, le greffage et le drageonnage (Metro, 1975 ; Bretaudeau, 1993, 1978 ; Metro, 1975).

9. Physiologie

9.1. Développement

Plusieurs étapes se succèdent lors de la croissance de la plante et la mise en place du fruit. Trois phases de développement du fruit sont distinguées: la phase de croissance, la maturation et la sénescence (Trillot et *al.*, 2002).

9.2. Floraison

Trillot et *al.* (2002) indiquent que la floraison varie selon les variétés et les conditions climatiques de l'année, elles s'étalent de fin mars à fin mai.

9.3. Phase de croissance

La phase de croissance débute après la floraison et constitue l'étape de grossissement du fruit, la chute naturelle des fruits latéraux des corymbes (éclaircissage naturel) est observée à l'arrêt de la division cellulaire (Bain et Robertson, 1950; Travers, 2004).

9.4. Maturation

La maturation correspond à un ensemble de changements biochimiques et physiologiques donnant au fruit ses caractéristiques organoleptiques (arôme, odeur, couleur, jus...); dès lors, le fruit est comestible (Heller et *al.*, 2000). Ceci se traduit par la dégradation des pigments chlorophylliens et d'une partie des parois cellulaires, la remobilisation des réserves d'amidon en sucres solubles (Travers, 2004). Les différents stades phénologiques du pommier sont illustrés dans la figure 2.

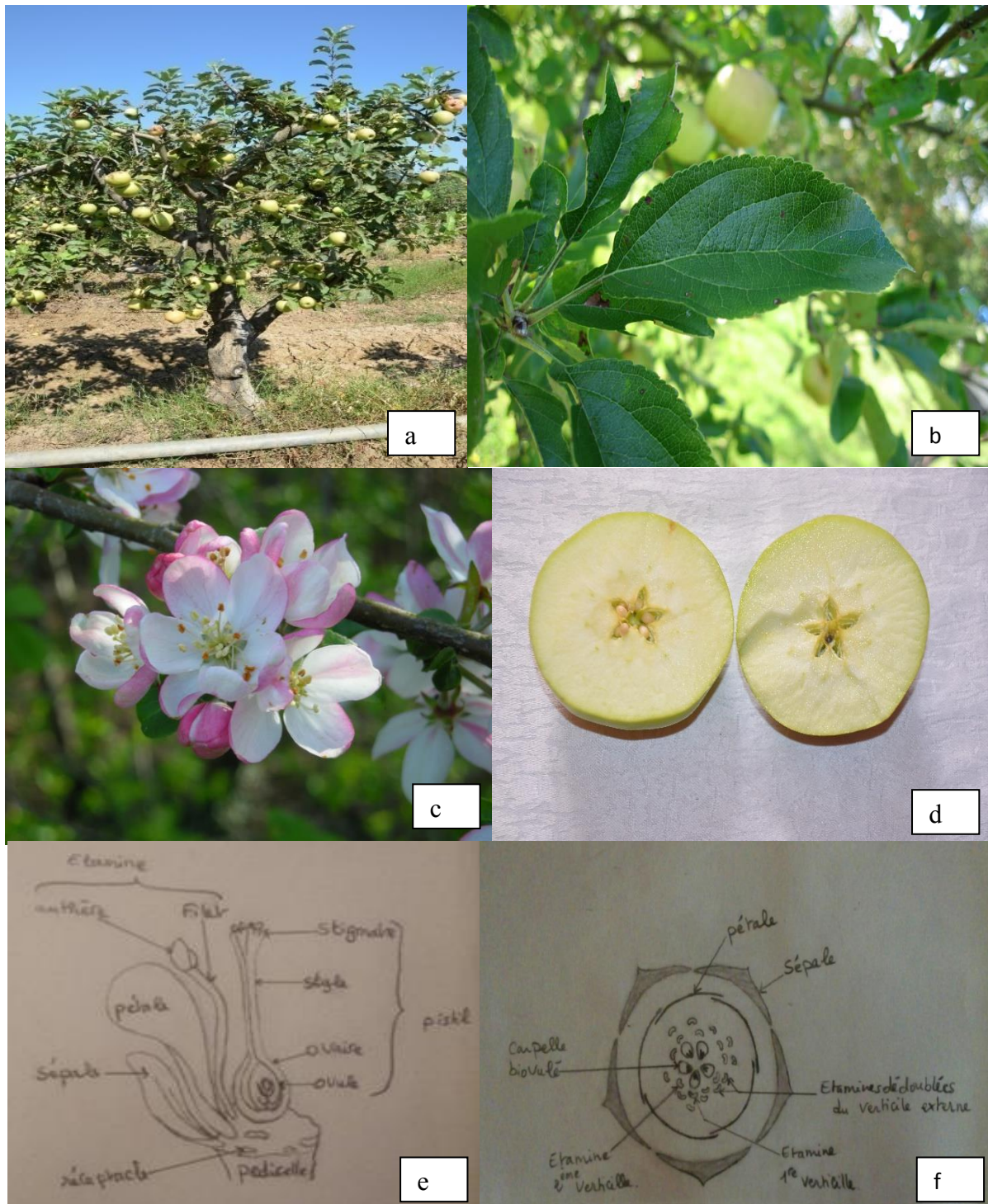


Figure 1: Caractères morphologique du pommier (Originale, 2017)

a : pommier en fructification.

b : feuilles de pommier.

c : inflorescence du pommier.

d : Coupe transversale d'une pomme mettant en évidence les graines.

e : Anatomie florale d'une fleur du pommier (Trillot, 2002).

f : diagramme floral d'une fleur du pommier (Trillot, 2002).

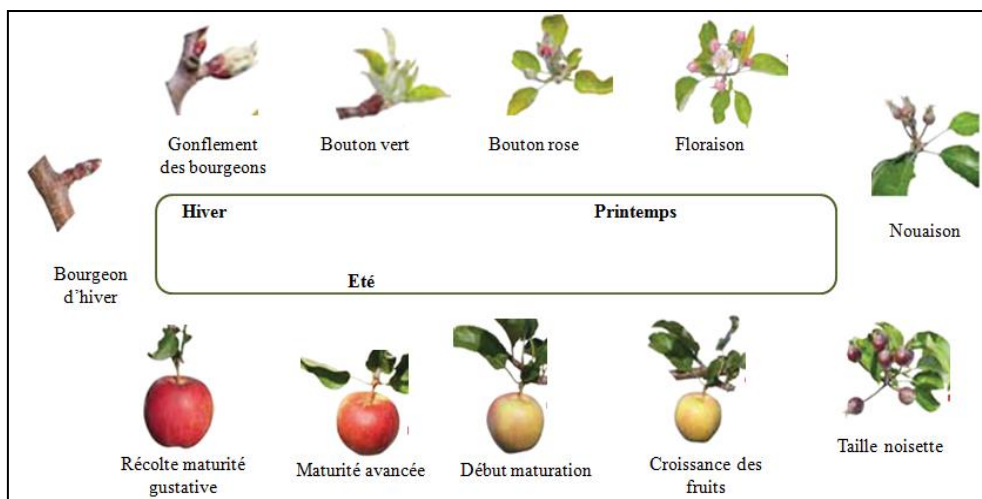


Figure 2 : Stades phénologiques du pommier (Bloesch et Viret, 2013).

9.5. Phase de sénescence

Après la récolte, le fruit se ramollit, la perte en fermeté peut atteindre 50% de la fermeté initiale ; de plus, les blessures sont susceptibles de stimuler la synthèse d'éthylène et donc d'accélérer la maturation (Pech et *al.*, 2002). Après la maturité, le fruit connaît une période de sénescence jusqu'à la libération des pépins (Travers, 2004).

10. Importance du pommier

Selon Khemies (2013), en Algérie, l'arboriculture fruitière joue un rôle agronomique et socio-économique important et ce par sa contribution à l'autosuffisance en matière de fruits frais et transformés et aux exportations agricoles, au développement du secteur agro-industriel, mettant en valeur des zones de montagnes et des régions à microclimat.

10.1. Importance économique

10.1.1. Dans le monde

Le pommier est la 4^{ème} espèce fruitière la plus cultivée au monde, après les agrumes, la vigne et les bananes. En 2013, la production mondiale de pommes s'élevait à 80 millions de tonnes environ (FAO Stat, 2018). Près de la moitié de la production mondiale est assurée par la Chine, avec 40 millions de tonnes, tandis que celle de l'Union européenne représente 15% de ce total.

10.1.2. En Algérie

Selon les statistiques agricoles (2017), l'Algérie est classé le 4^{ème} pays producteur de pommes en Afrique après l'Afrique du sud, le Maroc et L'Egypte, ainsi la culture de pommier occupe

une superficie de 46 830 hectares dont 40 418 hectares en rapport avec une production de 4 628 154 tonnes durant l'année 2014 (Tab.2). Cette augmentation des rendements peut être attribuée à plusieurs facteurs, principalement l'amélioration des techniques de pomiculture appliquées (mise en production de jeunes vergers, fertilisation, entretien du sol, traitements phytosanitaires, utilisation ordinaire des portes greffes et variétés).

Tableau 2: Evolution de la production des pommes en Algérie durant la période (2003-2014) (MADR, 2017)

Années	Superficies(Ha)		Production(T)	Rendement(T/Ha)
	complantées	En rapport		
2003	37 450	18 080	1 355 420,00	75
2004	43 880	19 861	1 653 720,00	83
2005	50 148	24 279	1 997 120,00	82
2006	54 718	28 658	2 832 420,00	98
2007	53 866	31 904	1 900 095,00	59
2008	52 356	33 206	2 609 672,00	78
2009	52 389	36 616	2 674 691,00	73
2010	52 419	39 852	3 786 367,00	95
2011	51 080	40 978	4 041 050,00	98
2012	48 828	40 858	3 975 290,00	97
2013	48 064	41 030	4 559 372,00	111,10
2014	46 830	40 418	4 628 154,00	114,50

10.1.3. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Selon les statistiques agricoles (2017), la culture du pommier dans la wilaya de Tizi-Ouzou occupe une superficie de 356, hectares dont 339 hectares en rapport avec une production de 65 060 quintaux en 2017 (Tab.3).

Tableau 3: Evolution de la production des pommes dans la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période (2004-2017) (DSA, 2018)

Années	Superficies (ha)		Production (Q)	Rendement (Q/ha)
	complantées	en rapport		
2004	948	596	32 500,00	54,5
2005	979	606	102 570,00	169,3
2006	1 020	717	74 532,00	103,9
2007	1 054	763	37 022,00	48,5
2008	1 073	792	93 551,00	118,1
2009	1 066	617	87 950,00	111,6
2010	1 024	817	148 795,00	182,1
2011	984	828	78 282,00	94,5
2012	965	822	146 007,00	177,6
2013	906	810	136 136,00	168,1

2014	787	720	124 040,00	172,3
2015	778	714	112 108,00	157
2016	766	690,5	113 990,00	165
2017	356	339	65 060,00	192

La réduction de la production de pommes par réduction de la superficie en 2017 est due à l'arrachage des arbres de pommier ravagés par le feu bactérien dû à *Erwinia amylovora*. Selon la Direction des Services Agricole de Tizi-Ouzou (2018), les régions arboricoles touchées par le feu bactérien sont Draa Ben Khedda, Sidi Naâmane, Tadmaït, Tigzirt, Mekla, Azazga, Matkaas, Boghni, Tizi Ghennif et Larbaa Nath Irathen (DSA, 2018).

11. Exigences écologiques du pommier

La culture du pommier s'étend dans toutes les zones tempérées de l'hémisphère Nord (30° à 60° de latitude N) et de l'hémisphère Sud (30° à 40° de latitude S), jusqu'à 800 m d'altitude (Guiheneuf, 1998).

11.1. Exigences édaphiques

Le pommier peut s'adapter à une gamme de sol à caractéristiques physiques et chimiques très étendues, la croissance de l'arbre et sa production fruitière est différente selon les caractéristiques physico-chimiques du sol (Gautier, 2001).

Le pH du sol convenant plus à la culture du pommier est voisin de la neutralité ou légèrement acide (6 à 7 ne dépasse pas 8,3). Les symptômes de chlorose commencent à apparaître à des taux de calcaire actif supérieur à 15% et à un pH supérieur ou égale à 8,3 (Gautier, 2001). Il est rappelé aussi que le pommier redoute les excès d'humidité qui peuvent causer l'asphyxie racinaire, par contre une fraîcheur naturelle du sol lui est indispensable. Les sols très siliceux sont déconseillés (Bretaudeau et Faury, 1991).

11.2. Exigences climatiques

11.2.1. Lumière

L'éclairement joue un rôle dans l'induction florale, le développement du fruit la coloration, sans oublier le rôle important dans l'assimilation chlorophyllienne.

La coloration du fruit est assurée par une exposition au soleil, pour cette raison un palissage est souvent appliqué dans les régions moins éclairées. La couleur joue un rôle important dans la qualité commerciale et l'appréciation visuelle des différentes variétés de pommier (Gautier, 2001).

11.2.2. Température

Le pommier se plante en toutes régions, mais il aime les étés ensoleillés entre mai et septembre et les hivers raisonnablement froids (Rosanel et Lorgnier, 2001).

Les besoins en froid sont évalués par le nombre d'heures des températures inférieures ou égales à 7,2°C ; à partir de la chute totale des feuilles, la plupart des variétés de pommier ont des besoins moyens en froid hivernal pour lever la dormance des bourgeons. Cependant les températures moyennes avoisinant les 15°C (entre mai et octobre) suffisent à beaucoup de variétés pour mener à terme leurs floraisons et leurs fructifications (Gautier, 2001).

11.2.4. Pluviométrie

Le pommier est une espèce qui a des besoins relativement élevés en eau, estimé à 6000-7000m³/h qui doivent être apportés (selon les régions) à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre (Oukabli, 2004). Aussi, Des irrigations excessives en fin de saison peuvent nuire à la qualité des fruits et à leur capacité de conservation (Trillot *et al.*, 2002).

L'augmentation de la fermeté des fruits pourrait être une cause indirecte du manque d'eau. En effet, il a été montré qu'un stress modéré survenant lors d'une phase plus avancée de développement des fruits, à l'approche de la maturation, augmente la teneur en sucres solubles et la fermeté des fruits (Behboudian et Mills, 1997).

11.3. Besoins en éléments minéraux

Les arbres fruitiers ont des besoins en éléments fertilisants majeurs notamment: l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) ainsi qu'en oligo-éléments : comme le manganèse (Mn), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le bore (B) et le molybdène (Mo) (Mahhou, 2008). Les besoins du pommier en éléments minéraux varient selon plusieurs composantes comme la composition du sol, la vigueur, l'âge et la productivité des arbres.

11. Maladie et ravageurs

Le pommier est sujet à plusieurs maladies et à des attaques par les ravageurs qui occasionnent des dégâts importants, notamment en Agriculture Biologique.

11.1. Principaux ravageurs du pommier

Le pommier est soumis à des attaques d'une gamme assez variée d'insectes qui limitent sa production (Tab.2, annexes).

12.2. Principale maladies du pommier

Un grand nombre de maladies affecte le pommier (Tab.4), certaines sont provoquées par des champignons parasites, d'autres sont provoquées par des virus causant des dégâts importants sur le pommier (Bore et Fleckinger, 1997).

Tableau 4 : principale maladies du pommier (DSA, 2017)

Maladies	Nom français	Nom scientifique
Champignons	La tavelure du pommier	<i>Venturia inaequalis</i> Cooke
	L'oïdium	<i>Podosphaera leucotricha</i> Ell. & Ev.
	Le chancre du collet	<i>Phytophthora cactorum</i> Lebert & Cohn
	La moniliose	<i>Monilia fructigena</i> Aderhold & Ruhl.
Bactéries	Le feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i> Burrill
	Le flétrissement des bouquets floraux	<i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall
Virus	La mosaïque du pommier	<i>Genus: Ilarvirus</i> sp.
Nématodes	Le nématode des lésions	<i>Pratylenchus vulnus</i> Allen & Jensen
	Le nématode à galle	<i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White
	Le nématode dague américain	<i>Xiphinema americanum</i> Cobb

13. Protection phytosanitaire

Pour combattre tous ces ravageurs, différentes pratiques culturales ont été mises en place. Différents modes de protection phytosanitaire réglementés par le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement sont distingués.

13.1. Agriculture biologique (AB)

L'agriculture biologique est une méthode de production agricole qui se caractérise par l'absence d'usage de produits de synthèse (fertilisants, pesticides) dans le but d'assurer une gestion durable de l'agriculture, une préservation de la biodiversité faunistique et floristique ainsi que la qualité des sols, de l'eau et de l'air (Rigby et Caceres, 2001).

La confusion sexuelle est utilisée pour combattre le carpocapse; il s'agit d'une méthode perturbatrice de la reproduction des lépidoptères ravageurs qui repose sur la diffusion au sein des parcelles de molécules analogues aux phéromones sexuelles émises par les femelles pour attirer les mâles (Carde et Minks, 1995).

Les produits minéraux (cuivre, soufre, pyrèthre), les huiles végétales/minérales et/ou de paraffine sont également utilisés pour combattre les autres ravageurs (Institut Technique de l'Agriculture Biologique ITAB, 2011). Aucun désherbage n'est réalisé, les adventices étant contrôlés par le travail du sol.

13.2. Agriculture intégrée (ou Production Fruitière Intégrée PFI)

L'agriculture intégrée était un compromis entre l'utilisation de méthodes issues de l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle (Sansavini, 1997).

Des techniques alternatives comme les phéromones de confusion sexuelle sont appliquées en diffuseurs accrochées dans les arbres pour lutter contre les carpocapses. Le désherbage est deux fois moins important que dans un verger conventionnel (Borioli et *al.*, 2013). La PFI s'accompagne d'un cahier des charges listant l'ensemble des directives de la production à la commercialisation (Toubon et *al.*, 2001). Ce cahier des charges a pour but de développer le contrôle et la traçabilité des produits. L'ensemble de ces restrictions conduit à une moyenne de 15-20 traitements par an.

13.3. Agriculture conventionnelle

L'agriculture conventionnelle autorise l'utilisation de tous produits (fertilisants, fongicides, insecticides et herbicides) sans limite particulière, dans le but d'obtenir une productivité maximale et éviter toutes maladies ou pressions d'insectes nuisibles au risque de perturber l'écosystème (Bouvier et *al.*, 2011).

La confusion sexuelle n'est pas utilisée, il s'agit de la différence principale pour distinguer les vergers PFI et les vergers à agriculture «conventionnelle».

13.4. Alternatives possibles aux pesticides

Plusieurs méthodes alternatives peuvent être mises en place pour maîtriser les ravageurs en vue de limiter l'utilisation de pesticides. Ces méthodes alternatives se réfèrent aux pratiques culturales, à l'aménagement de l'habitat et les méthodes de lutte biologique (Wyss et *al.*, 2005; Zehnder et *al.*, 2007).

13.4.1. Pratiques culturales

L'agriculture intégrée sur laquelle les producteurs peuvent jouer pour diminuer l'utilisation de pesticides en vergers regroupe le choix variétal des arbres, la taille de l'arbre et le travail du sol.

D'autre part, des études plus agronomiques se développent pour limiter les attaques des bio-agresseurs et l'utilisation d'insecticides (Simon *et al.*, 2011).

13.4.2. Aménagement de l'habitat

L'aménagement de l'habitat des vergers vise à favoriser la biodiversité des auxiliaires (Chisholm *et al.*, 2014), dont l'objectif est d'augmenter la diversité végétale pour maintenir et pérenniser un complexe de prédateurs et de parasitoïdes à même d'être actifs sur les bio-agresseurs (Landis *et al.*, 2000). En réponse, il est attendu une augmentation de la régulation naturelle de certains ravageurs des cultures via une augmentation de l'abondance et de la diversité des auxiliaires ; ces principes sont appliqués en arboriculture fruitière avec la plantation de haies composites (Debras, 2007), l'enherbement de l'inter-rang et sa gestion (fréquence de fauche) (Vogt and Weigel 1999), la création de bandes fleuries (Marko *et al.*, 2013) et la création de refuges (nichoirs, abris) (Myczko *et al.*, 2013).

Chapitre II
Synthèse bibliographique
sur le carpocapse
Cydia pomonella L.

Le carpocapse du pommier *Cydia pomonella* est le principal ravageur des pommerais au monde et peut endommager presque toute la culture s'il n'est pas maîtrisé (Knosfield, 2000). Le carpocapse des pommes est un insecte de l'ordre des lépidoptères, de la famille des tortricidés, dont la larve se développe à l'intérieur des fruits ; il constitue un élément permanent de la faune naturelle du pommier (B.S.V, 2014).

1. Origine et aire de répartition

Le carpocapse est originaire de la région euro-sibérienne, où il est largement répandu en plaine et en altitude jusqu'à 1500 m environ (Coutin, 1960). Introduit en Europe au moment de la colonisation, le carpocapse de la pomme est largement distribué sur le continent Américain (Bovey, 1934). D'après Audemard (1976), cet insecte est présent dans l'hémisphère Nord du cercle polaire, vers 65 degré de latitude N, en Afrique du Nord vers 30 degré de Latitude N ; dans l'hémisphère Sud, il est rencontré dans les pays de latitude homologue.

2. Plante hôte

Selon Balachowsky et Mesnil (1935), le carpocapse est un insecte phytophage, dont les larves causent des dégâts majeurs en consommant exclusivement les fruits ; ses principales plantes hôtes de prédilection sont le pommier et le poirier mais s'adapte facilement au cognassier, au noyer, au pacanier et quelquefois au prunier et l'abricotier.

3. Position systématique

Selon Coutin (1960), Balachowsky (1966) et Audemard (1976), le carpocapse des pommes et des poires, communément appelé en français Tordeuse ou Ver de pomme, appartient à :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Sous Classe	Pterygota
Ordre	Lepidoptera
Famille	Tortricidae
Sous Famille	Olethreutinae
Genre	<i>Cydia</i>
Espèce	<i>Cydia pomonella</i> L. (1785)

4. Cycle biologique

D'après Chouinard et *al.* (2000), le carpocapse hiverne sous forme de chenille dans un cocon de soie inséré dans les fentes de l'écorce des pommiers, ou dans le sol au pied des arbres, elle se transforme en chrysalide à l'arrivée du printemps ; l'émergence de l'adulte a lieu à la fin du mois de Mai (moment correspondant à la floraison des pommiers), les œufs pondus sur le feuillage ou les fruits, éclosent après 5 à 15 jours (selon la température) et les larves pénètrent profondément dans les pommes en murissement (Fig. 3).

Les larves ou chenilles du ravageur se nourrissent de la chair du fruit en se dirigeant vers le cœur pour pouvoir consommer les pépins, la chenille du 5^{ème} stade sort ensuite du fruit et se dirige vers le sol, soit en descendant sur l'écorce des arbres, soit en se laissant glisser au bout d'un fil de soie ou encore, en sortant du fruit lorsque celui-ci tombe au sol (Hmimina, 2007).

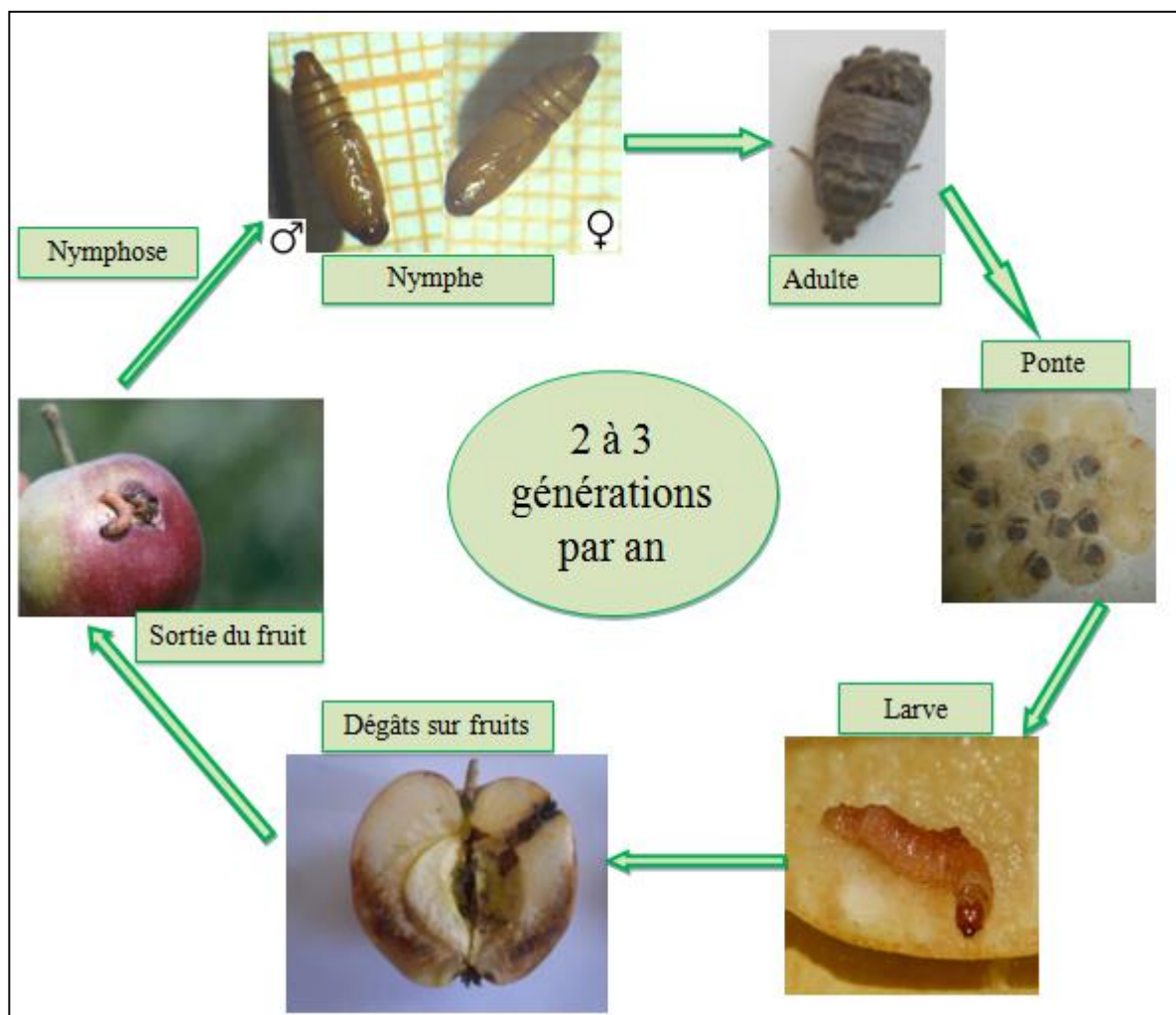


Figure 3 : cycle biologique de *C.pomonella* (Originale, 2018).

La distinction entre le mâle et la femelle du carpocapse du pommier *C.pomonella* est basée sur l'examen des segments abdominaux des chrysalides, chez le mâle l'abdomen présente 4 segments, alors que la femelle ne présente que 3 segments (Fig. 4). L'orifice génital est situé après le 4^{ème} segment abdominal chez le mâle, par contre chez la femelle il se situe après le 3^{ème} segment abdominal.

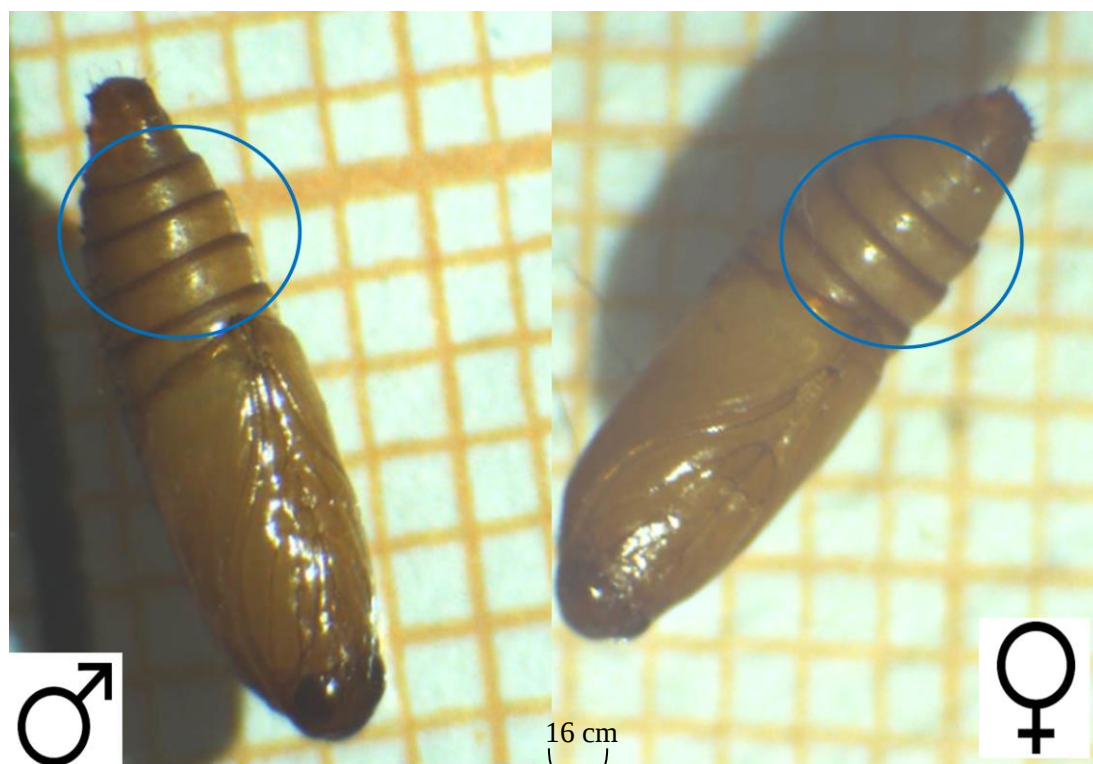


Figure 4 : Forme des segments abdominaux des chrysalides de *C.pomonella* (Originale, 2018).

5. Comportement

5.1. Nutrition

L'adulte s'alimente peu, dans la nature il trouve toujours le peu de nourriture liquide qui lui est nécessaire (Coutin, 1960). Selon Audemard (1976), il se nourrit de la sève, de jus de fruits et de nectar. Toutefois, les larves se nourrissent de la pulpe et des pépins des fruits.

5.2. Déplacement

Le déplacement des larves du carpocapse s'effectue la nuit à une vitesse de 6cm/mn environ, ce stade baladeur dure plusieurs heures mais peut se prolonger à plusieurs jours, pendant lesquels les chenilles peuvent parcourir d'assez grandes distances (Coutin, 1960).

Selon le même auteur, dès que les larves réussissent à pénétrer dans des fruits situés à 1m de l'emplacement des œufs dont elles provenaient, les chenilles gagnent le fruit pratiquement par des mouvements de va-et-vient qui leur permet de se déplacer et agrandir leurs galeries.

5.3. Ponte

Ayant choisi un endroit favorable, spécialement les petites feuilles qui avoisinent le fruit au début de la saison, la femelle commence par brosser d'un mouvement circulaire la surface de la feuille ou du fruit avec l'extrémité de son abdomen, puis quelques secondes plus tard l'œuf apparaît comme un disque plat brillant (Coutin, 1960).

6. Dégâts

D'après Jones et *al.* (2004), les fruits infestés par le carpocapse sont faciles à détecter dans un verger de pommier (Fig. 5). Les jeunes chenilles forent une galerie en spirale sous l'épiderme, ensuite elles s'enfoncent à l'intérieur des fruits et consomment généralement la zone des pépins.

6.1. Dégâts actifs

La jeune chenille pénètre par l'œil ou la cavité pédonculaire ou par n'importe quel point du fruit, ensuite elle creuse une galerie en spirale afin de s'enfoncer plus à l'intérieur. Ses galeries sont encombrées d'excréments visibles au point de pénétration où une partie de ceux-ci sont rejetés (Linder et *al.*, 2010).

6.2. Dégâts passifs

Les dégâts passifs se manifestent par des auréoles rouges et absence de sciure externe sur fruit mûr (Fin août – septembre) Hmimina (2007).

6.3. Dégâts stoppés

Selon Hmimina (2007), les dégâts stoppés se manifestent par des taches brunâtres de 2 à 3 mm recouvrant une zone suberisée, et ne présentent pas de galerie interne.

6.4. Dégâts cicatrisés

Les dégâts sont représentés par l'arrêt de développement de la larve au stade jeune fruit (Audemard, 1976). Selon Hmimina (2007), c'est la formation d'un tissu cicatriciel, quelquefois proéminent à l'endroit d'une ancienne attaque arrêtée.



Figure 5: Aspects des différents dégâts du carpocapse sur pomme (Originale, 2015) :

- a : trou d'entrée d'une larve de carpocapse dans une pomme sans excréments.
- b : sciures internes causées sur pommes par les larves de carpocapse.
- c : galeries internes avec excréments causées par le carpocapse sur pomme.
- d : auréoles rouges sur fruits mûre causées par les larves de carpocapse.

7. Méthodes de protection du pommier contre le carpocapse

La production des pommes de qualité et de quantité remarquable, nécessite une bonne stratégie de protection et des soins très intenses (Viret, 2003). Pour cela plusieurs méthodes sont proposées :

7.1. Avertissement agricoles

Selon Audemard (1977), l'avertissement agricole consiste en le :

- ❖ Piégeage sexuel des mâles qui permet le suivi du déroulement des vols ainsi que l'estimation du niveau de population du carpocapse.
- ❖ Contrôle des pénétrations des larves dans les fruits qui s'effectue sur la base d'un échantillonnage de 1000 fruits.

7.2. Lutte biologique

Elle est définie comme l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs (Beliotti et Brader, 1975). La lutte biologique nécessite l'utilisation d'organismes vivants représentés par les insectes auxiliaires comme le *Trichogramma daumalae*, principal parasitoïde des œufs du carpocapse, pour contrôler les populations de ravageurs à un seuil économiquement tolérable et réduire les risques pour l'environnement et la santé humaine (Cormier et *al.*, 2005).

Le virus de la granulose constitue le principal moyen de contrôle du carpocapse en Agriculture Biologique, complété par la confusion sexuelle et le *Bt*. (Ondet et Roux, 2012). Il agit par voie d'ingestion provoquant la mort des jeunes larves quelques jours après leur pénétration dans les fruits (Viret et *al.*, 2003).

7.3. Lutte autocide (Technique d'Insecte Stérile)

Cette technique vise à empêcher les femelles sauvages de produire des générations, ce qui entraîne un déclin notable de la population. Ce contrôle est basé sur les lâchers en masse des mâles stérilisés ; par leur exposition à une dose spécifique de radiations gamma émises par un radio-isotope (Cobalt 60) (A.I.E.A, 2016).

7.4. Lutte biotechnique

Ce type de méthode de lutte consiste à perturber un mécanisme naturel physiologique ou comportemental de l'insecte afin de limiter le niveau des populations.

7.4.1. Confusion sexuelle

La confusion sexuelle est une méthode préventive nécessitant une surface supérieure à 5 ha en pommeraies pour être efficace. Elle a pour principe, la multiplication du nombre des points d'émission du bouquet de phéromones sexuelles de telle sorte que les mâles, simultanément attirés dans plusieurs directions, soient dans l'incapacité d'identifier les attractifs naturellement émis par une femelle de la même espèce (Ricci, 2009). Elle ne s'emploie que lorsque les populations initiales ne sont pas trop élevées (Chouinard et *al.*, 1996).

7.4.2. Lutte attracticide

C'est une nouvelle procédure biologique et chimique en même temps, qui consiste à mélanger la codlémone (hormone sexuelle), à un insecticide (Ex : la Perméthrine ou Cyperméthrine) et une substance collante (Morel et *al.*, 2013).

La pâte attracticide est déposée en gouttes sur les branches de pommiers à l'aide d'un pistolet ou tube doseur. Les mâles attirés par l'attractif entrent en contact avec la pâte et meurent sous l'action de l'insecticide (Cormier et *al.*, 2005).

7.5. Lutte chimique

Le pommier nécessite plus de 20 traitements chimiques par an pour lutter contre ses parasites et ravageurs (Durel et *al.*, 2002). D'après Sanchez et *al.* (2001), cette lutte consiste à assurer une couverture des arbres (feuilles, fruits, tiges) par un insecticide afin d'intoxiquer les œufs et les jeunes larves du carpocapse peu après leurs éclosions. Ce sont surtout les larves qui sont visées par action de contact des dépôts, lorsqu'elles explorent le végétal avant d'entrer dans le fruit.

Selon Sauphanor et *al.* (1998) et Sauphanor et *al.* (2000), la première intervention en général, doit avoir lieu dès que les fruits atteignent 1,5 cm de diamètre, une deuxième intervention suit après 15 jours et une troisième se fait 3 semaines après l'apparition des dégâts. Toutefois, la lutte chimique commence à présenter ses limites, du fait de l'apparition des phénomènes de résistances chez l'insecte à l'égard de certaines matières actives.



Partie expérimentale

Chapitre I
Présentation de la région
d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude

L'étude s'est déroulée au niveau de Draa Ben Khedda et Sidi Naâmane situés dans la wilaya de Tizi-Ouzou qui est située au Nord de l'Algérie, délimitée au nord par la mer méditerranéenne, au sud par la wilaya de Bouira, à l'est par la wilaya de Bejaia et à l'ouest par la wilaya de Boumerdès (Fig. 6).

1.1. Situation géographique de la région de Draa Ben Khedda

La daïra de Draa Ben Khedda est située à 11 km à l'Ouest du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle s'étend sur une superficie de 33,41 km² et elle est limitée au nord par la commune de Sidi Naâmane, à l'Est par la commune de Tizi-Ouzou, à l'Ouest par la commune de Tadmait, et enfin au Sud par la commune de Tirmitine.

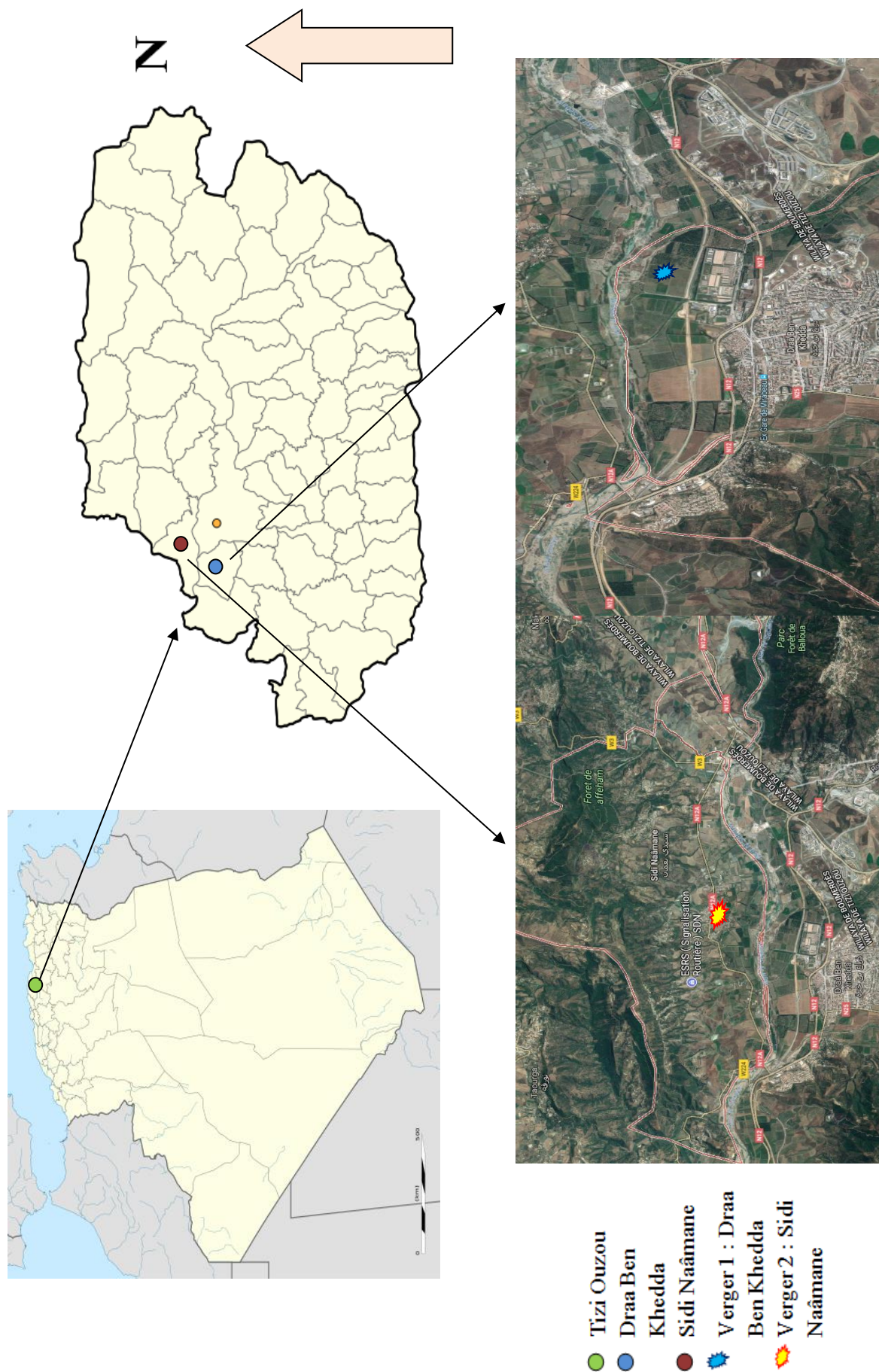
1.2. Situation géographique de la région de Sidi Naâmane

La commune de Sidi-Naâmane est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle s'étend sur une superficie de 42,24 km². Elle est limitée au nord par la commune d'Afir et Taourgua (Wilaya de Boumerdes), à l'Est par la commune de Makouda et Ait Aissa Mimoun, à l'Ouest par la commune de Baghlia et Tadmait, et enfin au Sud par les communes de Tizi Ouzou et de Draa-Ben-Khedda. La commune de Sidi-Naâmane est rattachée à la daïra de Draa-Ben-Khedda.

2. Présentation des vergers d'études

2.1. Présentation du verger de Draa Ben Khedda

Le verger d'étude est situé au nord de la ville de Draa Ben Khedda, il est délimité au Nord par un verger de pommier, au Sud par un cimetière, à l'Est par la station régionale de la protection des végétaux (SRPV) et à l'Ouest par un terrain de vignes. D'une superficie de 5,5 ha, il compte environ 11800 arbres ; 11600 de vignes et 2200 de pommier dont on trouve deux variétés, Anna et Dorset golden. Le verger est entouré par des brises vents du côté Nord et Ouest. La distance de plantation est de 1,5m×2m et les arbres conduits en forme irrégulier. Le nombre total dans la parcelle est 2200 arbres dont 1200 arbres de la variété Anna soit 54,5% et 1000 arbres de la variété Dorset golden soit 45,5%.



2.2. Présentation du verger de Sidi Naamane

Le verger est de secteur privé appartenant à un arboriculteur Mr Rezik. Situé dans la commune de Sidi Naâmane au Nord- Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou, ce verger d'étude est limité au Nord par le village de Oued-Ouareth, au Sud par l'Oued- Sebaou, sur le côté Est par la ville de Draa-Ben-Khedda, et à l'Ouest par la ville de la commune de Sidi-Naâmane. Ce verger occupe une surface de 13 hectares, et il est entouré par des brises vents du côté Sud et Ouest. Le pommier est la seule espèce présente dans ce verger, comportant trois variétés rangées d'une manière régulière pour chaque variété : Anna, Golden delicious, et Red delicious (parcelle non traitée). Conduite en forme libre avec une distance de plantation de 1 ,5m×2m, avec un nombre total de 12800 arbres, dont la variété Anna représente 9000 arbres soit 70, 3%, Golden delicious 2200 arbres soit 17 ,1% et Red delicious 1600 arbres soit 12 ,5%.

3. Entretien des vergers

3.1. Labours

D'après Ramade (2003), les labours doivent être réalisés de façon superficielle afin de garder la structure du sol et de préserver les racines des arbres. Durant la période d'étude, des opérations de labour ont été réalisés régulièrement en automne et au printemps au niveau des deux sites d'études.

3.2. Taille

Une taille de formation est réalisée au début du mois de novembre, d'une part, afin de permettre aux grosses branches de se former dès le début ; ce sont elles qui supporteront le bois fruitier par la suite, et d'une autre part elle consiste à éliminer les branches mortes du centre de l'arbre qui favorisent la multiplication d'insectes ravageurs.

3.3. Traitement phytosanitaires

Des traitements phytosanitaires homologués par la station régionale de protection des végétaux de la wilaya de Tizi-Ouzou, ont été réalisés durant notre période d'étude pour les parcelles d'études, excepté pour la parcelle de variété Red delicious (Tab. 5).

3.4. Fertilisation

Les propriétaires des vergers utilisent le Fumure ; Fumier de Bovin bien décomposé de plus de 3 ans.

Tableau 5 : Traitements insecticide homologués par la station régionale de protection des végétaux de la wilaya de Tizi-Ouzou et utilisés au niveau des quatre parcelles d'études (SRPV Tizi-Ouzou, 2016).

Nom commercial	Matière active	Concentration	Formulation	Doses d'utilisation	Délai avant récolte
Netpomme	Carbaryl	85%	WP	100g/hl	14j
Nomolt	Teflubenzuron	150g/l	SC	33ml/hl	14J
Pyro 48 Sc	Thiachlopride	480g/l	SC	20ml/hl	14j
Aficar	Carbosulfan	25%	SL	100-150ml/hl	7j
Arrivo	Cyperméthrine	25%	EC	16 à 20ml/hl	15j
Avaunt 150 Sc	Indoxacarbe	150g/l	SC	170-250ml/ha	3j
Carbofor	Carbaryl	85%	WP	100g/hl	14j
Chlorpyr Aa 480	Chlorpyriphos-ethyl	480g/l	EC	0,104L/ha	14j
Décis expert	Deltamethrine	100g/l	EC	7,5ml/hl	7j
Deltajet	Deltamethrine	25g/l	EC	0,3-0,4L/ha	14j
Deltamac 2,5 Ec	Deltamethrine	25g/l	EC	300-400ml/ha	15j
Deltatop	Deltamethrine	2,5%	EC	0,3-0,4L/ha	14j
Deltatox 25 Ec	Deltamethrine	25g/l	EC	0,3-0,4L/ha	14j
Dipel 8L	Bacillus turingiensis	17600iu/mg	EC	0,5-1L/ha	-
Dursban	Chlorpyriphos-ethyl	480g/L	EC	125ml/hl	21j
Eclaircis	Carbaryl	85%	WP	100g/hl	14j
Fastac 5 Ec	Alpha-cypermethrine	50g/l	EC	15ml/hl	-
Flurofos	Chlorpyriphos-ethyl	480g/l	EC	125ml/hl	14j
Karatex 5 Ec	Lambda-cyhalothrine	50g/l	EC	175ml/ha	28j
Match	Lufenuron	50g/L	EC	1L/ha	28j
Metosip	Methomyl	25%	WP	300g/hl	7j
Pennacp M	Parathion-methyl	240g/L	CS	125-150ml/hl	15j
Ruben	Deltamethrine	25%	EC	0,3L/ha	15j
Talstar 10	Bifenthrine	100g/l	EC	0,3L/ha	-

4. Facteurs écologiques

Selon Dajoz (1979), tout organisme est soumis dans le milieu dans lequel il vit aux actions simultanées des facteurs climatiques, édaphiques, chimiques, ou biotiques très variés. Nous appelons facteurs écologiques tout élément du milieu susceptible d'agir directement ou indirectement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement.

4.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont des facteurs indépendants de la densité qui agissent sur les organismes avec une intensité qui ne dépend pas de leur abondance, Ils sont représentés par les facteurs climatiques (température, précipitation, l'humidité et vent) (Dajoz, 2006).

4.1.1. Facteurs climatiques

Le climat est considéré comme l'un des principaux facteurs ayant un impact majeur sur le développement et la répartition des espèces animales et végétales, il joue aussi un rôle prépondérant dans l'évolution géomorphologique et pédologique (Dajoz, 2006).

Les principales variables bioclimatiques étudiées sont; la pluviométrie et la température qui sont utilisées par la majorité des auteurs pour la détermination du type du climat, ainsi d'autres facteurs climatiques comme l'humidité et l'ensoleillement sont présentés.

4.1.1.1. Précipitations

Les pluies qui tombent en Algérie sont d'origine orographiques et torrentielles, elles varient selon l'altitude (Seltzer, 1946).

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, l'activité trophique et reproductrice des êtres vivants est influencée par ce facteur (Dajoz, 2006).

D'après Emberger (1955), dans les pays méditerranéens, les pluies interviennent principalement en automne, en hiver et au printemps, l'été est généralement sec. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune.

La figure 7 présente les valeurs des Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région d'études.

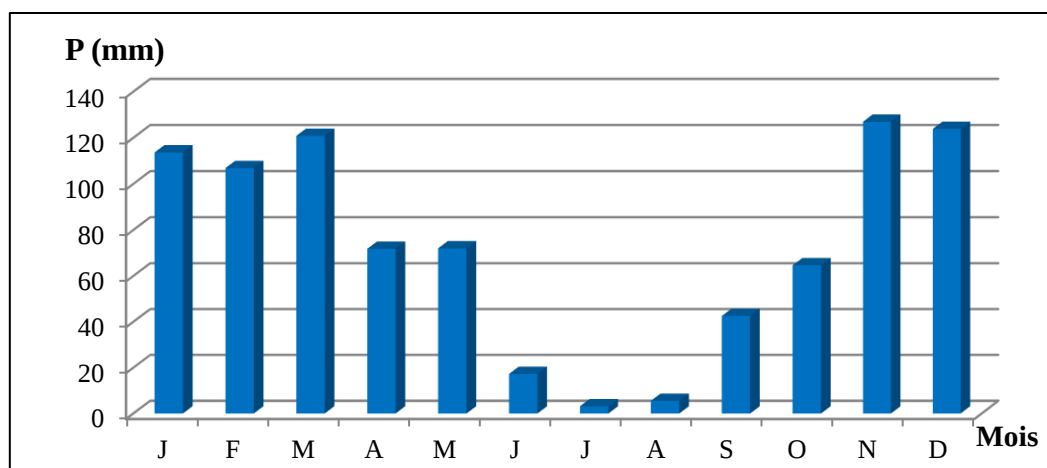


Figure 7 : Précipitations moyenne mensuelles de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).

4.1.1.2. Températures

La température est le facteur climatique le plus important pour la croissance de l'arbre et le déroulement de tous les processus physiologiques, elle influe sur la répartition géographique des espèces et contrôle l'ensemble des réactions métaboliques (Ramade, 1994). En effet chaque espèce (animale et végétale) ne peut vivre que dans un certain intervalle de températures qui lui est favorable (Dajoz, 2006).

D'après Seltzer (1946), la température minimale et maximale diminue respectivement de $0,4^{\circ}$ et $0,7^{\circ}$ pour chaque augmentation de 100 mètres en altitude.

La figure 8 renferme les valeurs des températures moyennes, maximales et minimales enregistrées.

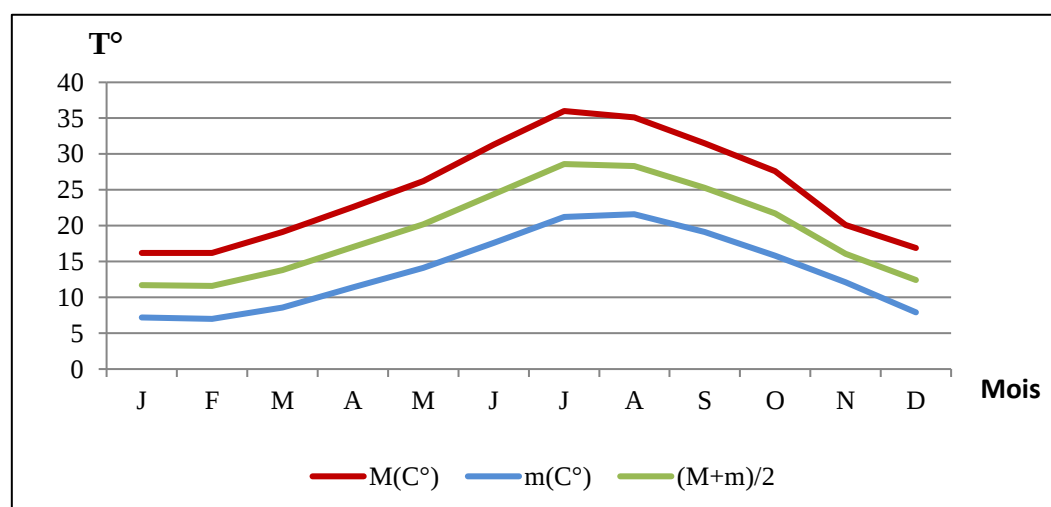


Figure 8 : Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales de la région de Tizi Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).

La région de Tizi-Ouzou est soumise à des variations thermiques importantes. Les températures extrêmes oscillant entre 7°C en hiver, enregistrée en Février (le mois le plus froid) et 36°C Enregistré en Juillet (le mois le plus chaud).

4.1.1.3. Humidité

La disponibilité de l'eau dans le milieu et l'hygrométrie atmosphérique jouent un rôle essentiel dans l'écologie des organismes. L'humidité relative de l'air influe sur la densité des populations en provoquant des diminutions du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques deviennent défavorables (Dajoz, 2006). Le pommier redoute les excès d'humidité qui peuvent causer l'asphyxie racinaire, par contre une fraîcheur naturelle du sol lui est indispensable. Les sols très siliceux sont déconseillés (Bretaud et Faury, 1991).

L'humidité relative moyenne et mensuelle de l'air de la région de Tizi-Ouzou est représentée dans la figure ci-dessous (Fig. 9).

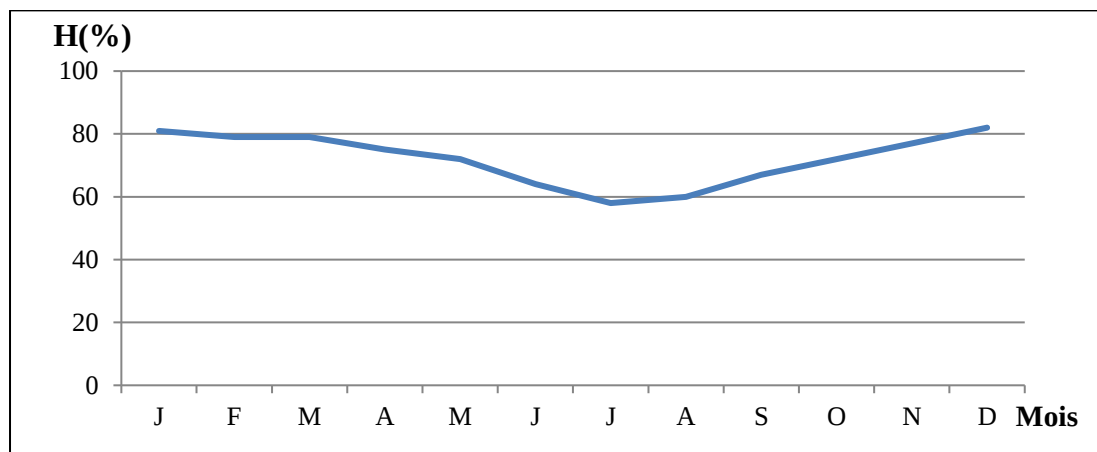


Figure 9: Humidité relative (en %) de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2006-2016) couvrant la période d'étude (O.N.M.Tizi-Ouzou, 2017).

La valeur la plus élevée de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Décembre avec une valeur de 82%, la valeur la plus basse de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Juillet avec une valeur de 58%.

4.1.1.4. Lumière

L'énergie lumineuse est à l'origine du phénomène fondamental de la biosphère : la photosynthèse, en outre la plupart des rythmes biologique exogènes et endogènes des organismes vivant sont directement liées à l'alternance des périodes et durée relatives de la lumière (Sacchi et Testard, 1971). Certains insectes ont pour effet de synchroniser leurs cycles

de développement avec les saisons et de faire coïncider la période de reproduction avec la saison favorable ; ainsi que provoquer l'entrée en diapause lors d'une période antagonique à la vie active (Dajoz, 2006).

Les taux d'ensoleillement sur une période de 10 ans de 2006 à 2016, sont représentés dans la figure 10.

Nous constatons que le mois le plus ensoleillé est le mois de juillet avec 331 heures d'ensoleillement. Le mois le moins ensoleillé est le mois de décembre avec 147 heures d'ensoleillement.

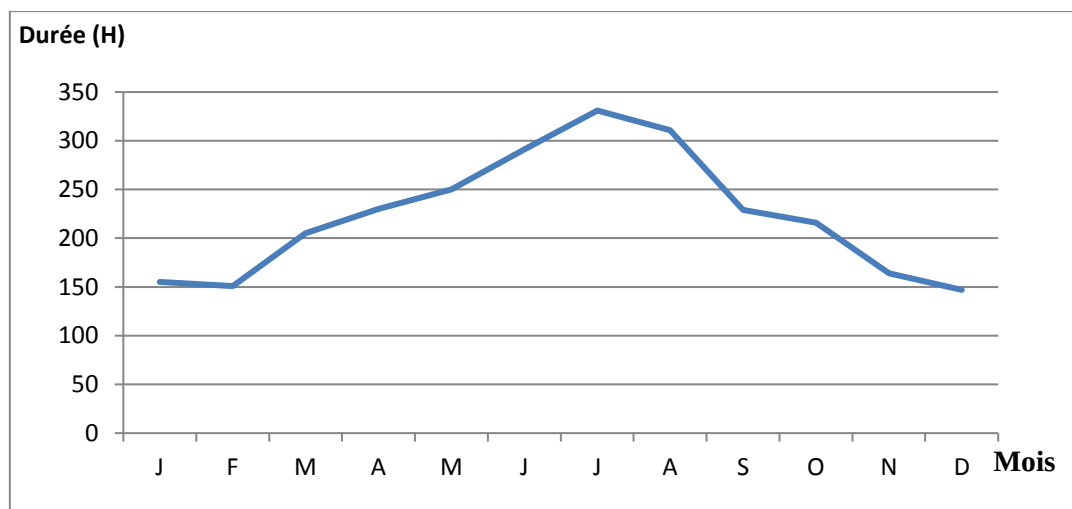


Figure 10 : Nombre d'heures d'insolation dans la région de Tizi-Ouzou (2006-2016) (O.N.M. Tizi-Ouzou, 2017).

4.1.1.5. Synthèse climatique

La synthèse climatique d'une région donnée peut se faire par l'analyse du diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et par le climagramme d'Emberger (1955).

Selon Estienne et Godard (1970), le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale, il est caractérisé par une saison sèche correspondant à l'été et une saison humide froide qui correspond à l'hiver.

4.1.1.5.1. Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen (1953) considèrent comme mois sec tout mois où les précipitations sont inférieures ou égales au double de la température ($p \leq 2T$)

Le graphe est réalisé en portant en abscisse les mois et en ordonnées, à droite les précipitations, et à gauche les températures, à une échelle double de celle des précipitations. La période qui s'étend entre les deux courbes correspond à la durée de la période sèche (Fig. 11).

Pour cette étude la période sèche dure 4 mois (du début du mois de Juin jusqu'à la fin du mois de Septembre). La période humide s'étend sur 8 mois (du mois d'Octobre jusqu'à la fin du mois de Mai).

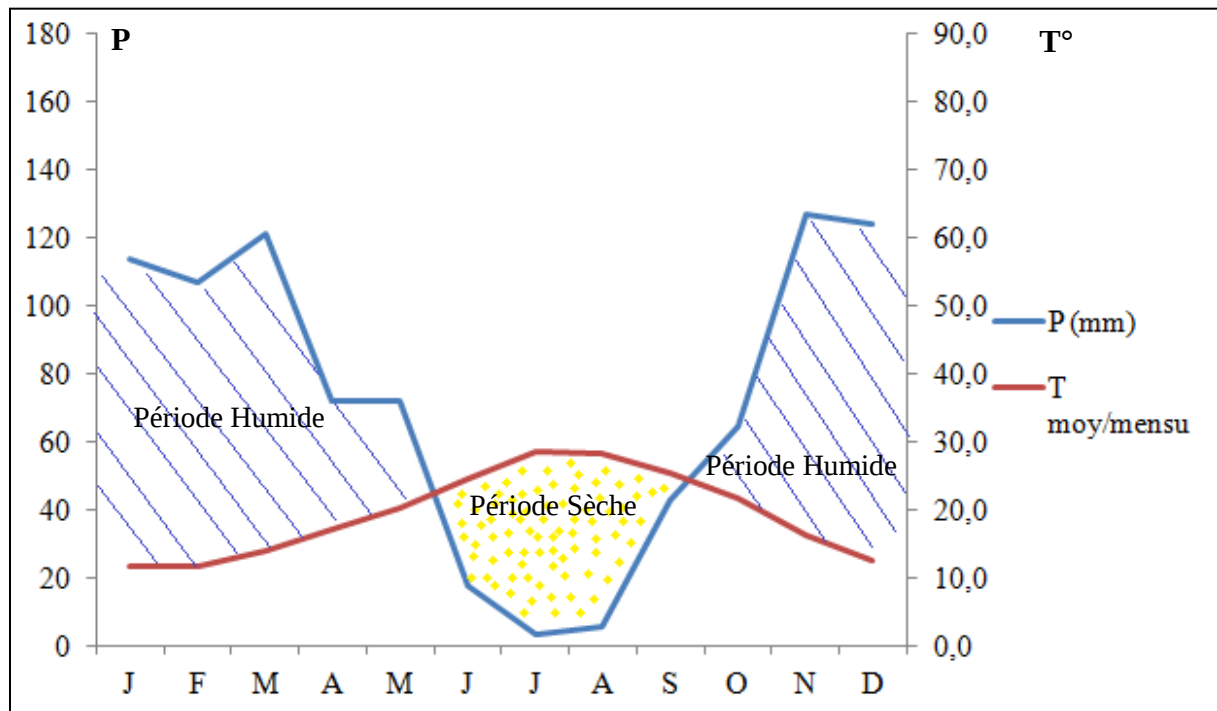


Figure 11 – Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2006 - 2016).

4.1.1.5.2. Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_3) permet de définir les étages bioclimatiques, sa valeur permet de caractériser la végétation.

Stewart (1969), a montré que le quotient pluviothermique peut s'écrire après simplification comme suivant : $Q_3 = 3,43 p / (M - m)$

P : pluviosité moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimé en (°C)

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimé en (°C)

3,43 : k (coefficient de Stewart établi pour l'Algérie et le Maroc)

(M-m): Amplitude thermique : P=869,2mm ; M=36°C ; m= 7°C ; D'où $Q_3 = 102,80$.

Ce résultat permet de placer la région d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (Fig. 12)

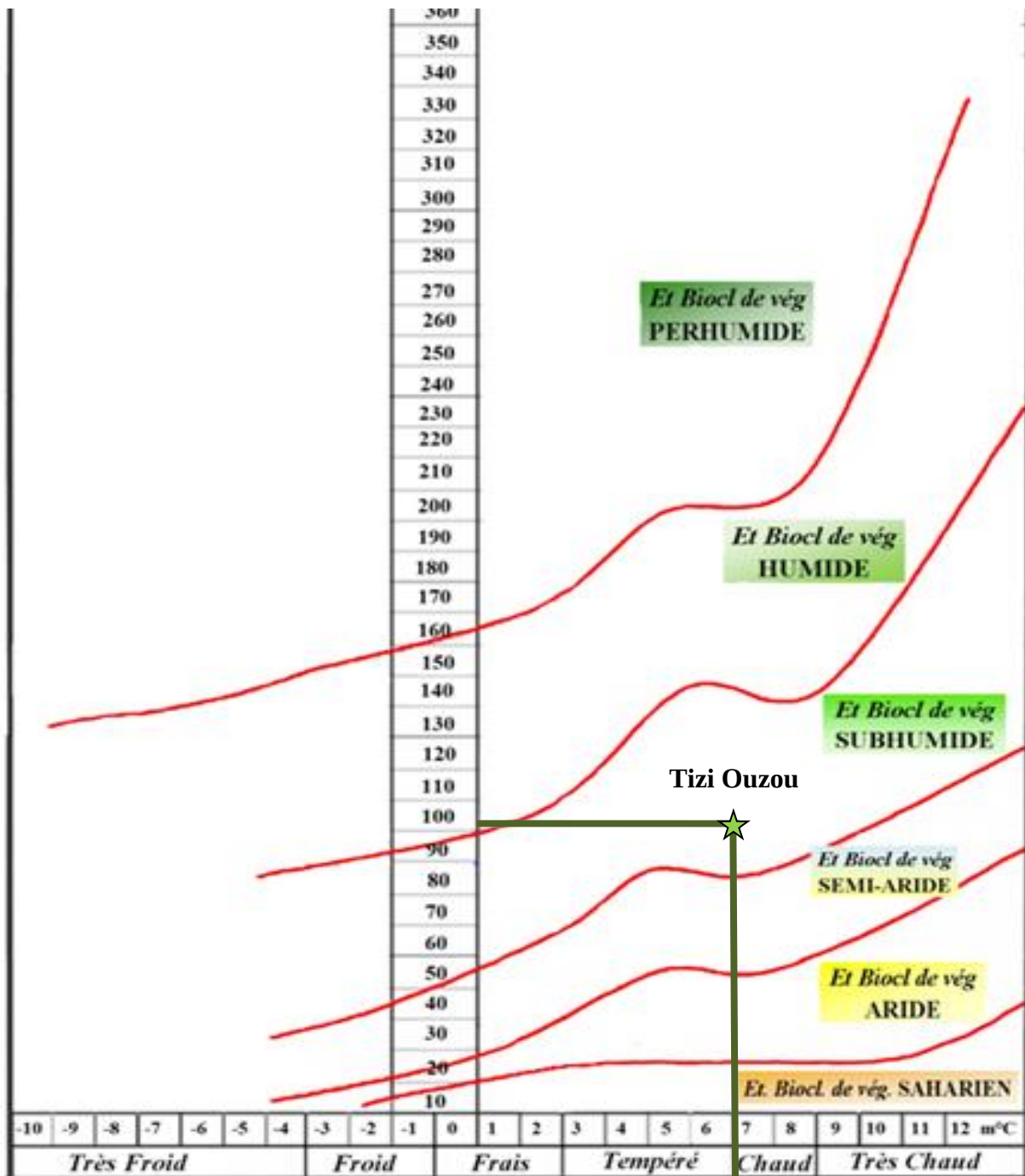


Figure 12. Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2006-2016).

4.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont toutes les interactions qui existent entre les êtres vivants (animaux et végétaux), présents dans un écosystème.

4.2.1. Flore

Un échantillonnage des espèces végétales présentent dans l'agro-système au niveau des

parcelles d'études a été effectué.

4.2.1.1. Strate arborée

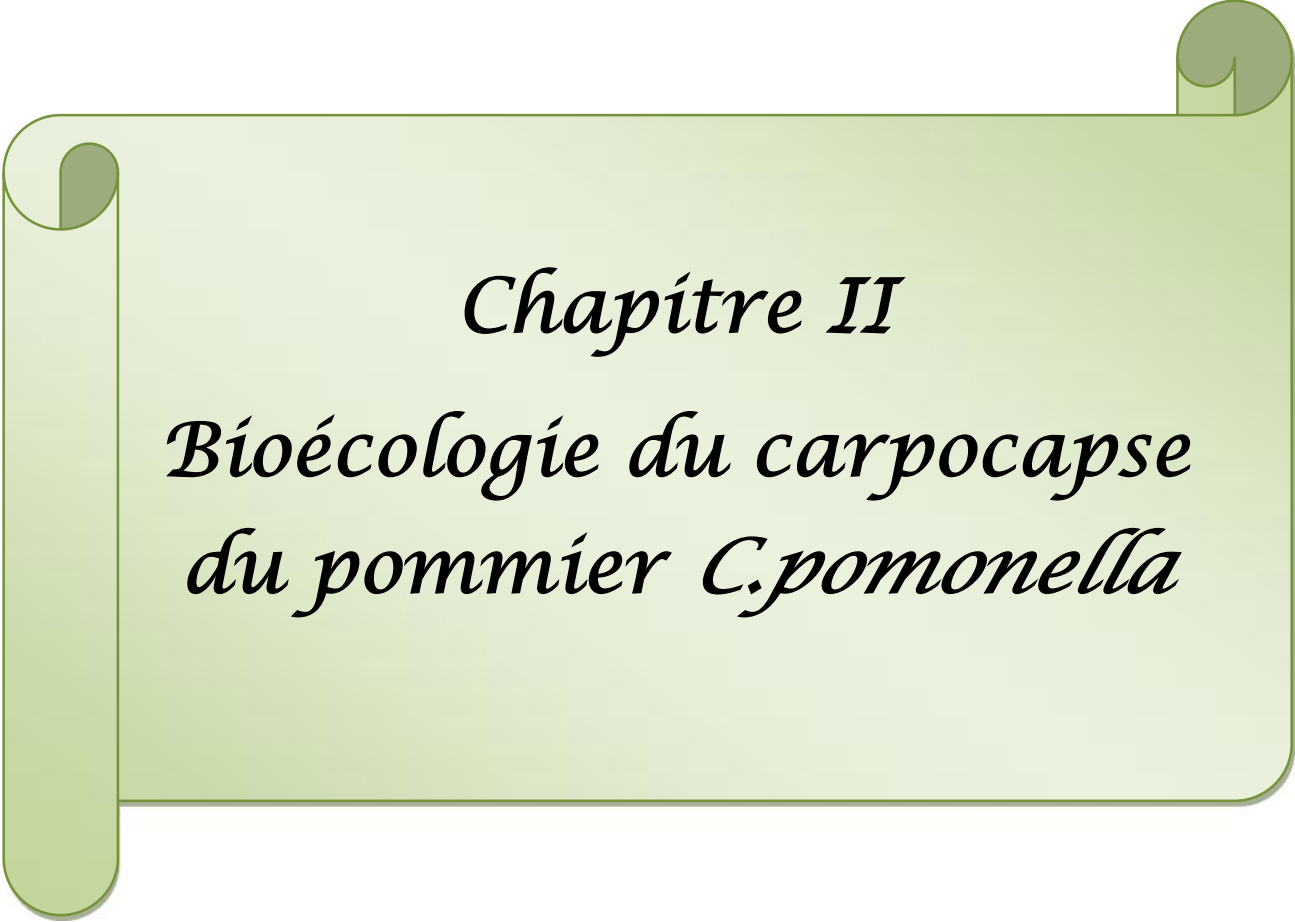
La végétation avoisinant les vergers d'études est constituée de quelques arbres d'olivier *Olea europea*, de frêne *Fraxinus nigra*, de Pin d'Alep *Pinus halepensis* et d'Eucalyptus *Eucalyptus globulus* servant de brises vent.

4.2.1.2. Strate herbacée

Les espèces de la strate herbacée sont identifiées au printemps par Mr Asla T., enseignant au département de biologie de l'UMMTO. Cette strate est composée par la fougère (*Pteridium aquilinum*), le cyclamen (*Cyclamen africanum*), la sauge sclarée (*Salvia sclarea*) ; la capillaire des murailles (*Asplenium trichomanes*) qui est une plante connue pour ses vertus médicinales. D'autres espèces ont été aussi identifiées comme: l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) ; le tamier commun (*Tamus communis*), la moutarde des champs (*Sinapsis arvensis*), carottes sauvages (*Daucus carota*), la mauve sylvestre (*Malva sylvestris*), le mouron des champs (*Anagalis arvensis*), l'oxalis des Bermudes (*Oxalis pescaprea*), le liseron fausse guimauve (*Convolvulus althaeoides*), le myrte commun (*Myrtus communis*), la ronce (*Rubus ulmifolius*), le séneçon (*Senecio* sp), la bourrache (*Borago officinalis*) , le trèfle (*Trifolium* sp1), l'oseille crépue (*Rumex crispus*), le laiteron (*Sonchus* sp), l'avoine sauvage (*Avena sterilis*), le millepertuis (*Hypericum* sp), ainsi que de nombreuses autres espèces de graminées.

4.2.2. Faune

La faune observée dans la région d'étude est riche et diversifiée, elle comprend la plupart des espèces du nord Algérien. Les mammifères observés sont le Chacal (*Canis aureus algirensis*), la Mangouste (*Herpetes ichnemon*), le Sanglier (*Sus scrofa*), le Porc-épic (*Hystrix cristata*), le lièvre brun (*Lepus timidus*), le Hérisson (*Atelerix algirus*), des reptiles comme le lézard ocellé (*Timon pater*), le caméléon commun (*Chamaeleo chamaeleon*), des serpents comme les couleuvres. Quelques espèces domestiques comme les bovins et les ovins pâturent aux alentours des vergers. Beaucoup d'espèces d'oiseaux ont été recensées, le pigeon ramier, le merle, le geai des chênes et la mésange bleue (*Parus major*) mais aussi les rapaces : les trucidés, les accipitridés notamment les Aigles, les vautours, le fauve, le percnoptère, le faucon ; identifiés principalement par Dr Chaouchi-Talmat N. enseignante au département biologie à l'UMMTO. Quant à l'Entomofaune, elle est aussi riche et variée et fait partie de cette étude.



Chapitre II

*Bioécologie du carpocapse du pommier *C.pomonella**

1. Introduction

Le carpocapse *Cydia pomonella* est considéré comme un bio-agresseur clé dans les vergers de pommier (Schweizer, 2006). En l'absence de traitement phytosanitaire, il peut provoquer la destruction totale des récoltes (Fraval, 2002).

La lutte chimique est généralement utilisée pour réprimer ce micro-lépidoptère à l'origine de dommages considérables à l'intérieur des pommes, néanmoins il apparaît ces dernières années des phénomènes de résistances aux pesticides (Sauphanor et *al.*, 2009).

Dans le cadre d'une étude sur les relations spatio-temporelles entre le carpocapse *C.pomonella* et sa plante hôte, il nous semble nécessaire d'étudier le cycle de l'espèce et nous avons jugé primordial, dans cette étude, d'examiner les processus d'infestation des pommes sur arbres et des pommes tombés au sol par ce ravageur.

À travers cette étude, nous pourrions dégager les caractéristiques bioécologiques du ravageur liées aux conditions particulières de nos agro-systèmes et les facteurs susceptibles de favoriser sa dynamique. D'un point de vue pratique, la connaissance de ces facteurs permettra d'entreprendre une lutte appropriée contre ce bio-agresseur.

2. Critères de choix des parcelles d'études

Notre travail a été mené sur cinq parcelles de pommier de variétés différentes, située au niveau des régions de Sidi Naâmane et de Draa Ben Khedda dans la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Le choix des parcelles repose sur les critères suivants :

- Accessibilité au terrain.
- Age des pommiers
- Diversité des variétés de pommes étudiées.
- Diversité floristique.
- Absence de traitement phytosanitaire au niveau de la parcelle contenant la variété Red delicious (parcelle écologique).

3. Matériels et méthodes

Pour l'étude de la bioécologie du carpocapse du pommier *C.pomonella*, un suivi est opéré sur le vol des adultes mâles par des pièges à phéromones sexuelle et ainsi que le suivi des pontes effectuées par les femelles de cet insecte.

Un control visuel est effectué régulièrement pour les fruits sur arbres et les fruits tombés au sol pour repérer les fruits piqués par le ravageur, à raison d'une sortie par semaine durant la période d'activité du carpocapse pour les années 2014 et 2015.

Différentes méthodes sont appréhendées sur le terrain et au laboratoire pour réaliser ce travail.

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de différentes variétés (Fig. 12) situé dans des vergers différents dans la région de Sidi Naâmane, les variétés sont : Anna, Golden delicious et Red delicious. Dans la région de DBK, les variétés faisant objet de l'étude sont : Anna et Dorset golden. Le tableau 6 illustre les aspects des différentes variétés étudiés.

Tableau 6 : caractérisation des différentes variétés étudiés (Andre, 1873 ; Gautier, 2001 et Trillot et *al.*, 2002).

Variété	Anna	Golden delicious	Dorset golden	Red delicious
Origine	Israël	Etats Unis	Amérique latine	Amérique du nord
Calibre	Gros	Considérable	Moyen	Gros
Texture	Croquante-juteuse	Croquante-juteuse	Croquante	Moyenne
Couleur	Jaune	Jaune doré	Jaune clair	Rouge
Goût	Sucrée-acidulé	Sucrée	Sucrée-acidulé	Fade
Maturité	Juin	Fin juillet	Mai	Début Août
Récolte	Mi-Juillet	Septembre	Mi-Juillet	Septembre



Figure 13 : variétés de pommes étudiées (Originale, 2015).

- a : fruit de la variété Anna.
- b : fruit de la variété Golden delicious.
- c : fruit de la variété Dorset golden.
- d : fruit de la variété Red delicious.

3.2. Capture des adultes mâles de *C.pomonella* par piège à phéromone sexuel

Les pièges attractifs à phéromone sexuelle, issue de la station régionale de protection des végétaux de la wilaya de Tizi-Ouzou, sont utilisés pour permettre le suivi du déroulement des vols des adultes mâles ainsi que l'estimation du niveau de populations du ravageur *C.pomonella* au niveau des cinq parcelles d'étude. Le piège sexuel est constitué d'une plaque enduite de glue sur laquelle est déposée une capsule contenant la phéromone spécifique (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol attirant les mâles qui s'introduisent dans le piège delta et se trouvent piégés dans la surface engluée (Fig.14).

Le dispositif est fixé par un fil de fer à la frondaison de l'arbre, déposé à hauteur d'homme. L'installation du piège est effectuée 15 jours après la nouaison afin de déterminer la date d'apparition du premier vol. Ils sont renouvelés toutes les 3 semaines.



Figure 14 : Piège Delta sexuel à phéromone visant à capturer les mâles du carpocapse du pommier (Originale, 2015).

Les observations sont effectuées une fois par semaine durant 5 mois et demi (de la mi-avril jusqu'à la fin du mois de septembre), couvrant la période de floraison et de fructification de *Malus pumila* et cela durant les 2 années d'étude 2014 et 2015. Pour chaque sortie sont mentionnés la date des captures et le nombre total des papillons capturés au niveau de chaque parcelle d'étude.

3.3. Suivi de l'oviposition

Pour suivre les pontes effectuées par les femelles de *C.pomonella*, un échantillonnage des feuilles de pommier est réalisé sur 10 arbres par sortie hebdomadaire dans des parcelles de 100 arbres isolées au niveau des vergers de chaque variété. Les prélèvements sont faits suivant les quatre orientations cardinales (nord, sud, est, ouest) et le centre de l'arbre en prélevant 2 feuilles par orientation sur 10 arbres par parcelle à chaque sortie. Un total de 100 feuilles par parcelle est examiné chaque semaine. Les faces supérieures et inférieures des feuilles de corymbe et des feuilles hors du corymbe sont observées et le dénombrement des œufs s'effectue régulièrement, une fois par semaine au laboratoire sous la loupe binoculaire suivant la phénologie du pommier (allant de la feuillaison des arbres jusqu'à la maturation et la récolte des fruits).

3.4. Estimation des dégâts sur fruits

Les fruits attaqués par les larves de *C.pomonella* sont recensés afin de quantifier les dégâts des ravages effectués par ce ravageur. L'opération est faite pour les fruits sur arbre et pour ceux tombés au sol dans des parcelles de 100 arbres isolées pour chaque variété.

3.4.1. Estimation des dégâts des fruits sur arbre

L'estimation des dégâts causés par *C.pomonella* sur les fruits sur arbre est réalisée par comptage par l'utilisation de la méthode préconisée par Charmillot (1980), Audemard et *al.* (1990) et Trillot (2002). Elle consiste en l'observation de 1000 fruits dans chaque parcelle à raison de 20 fruits par arbre sur 50 arbres répartis dans la parcelle, chaque semaine durant toute la période de fructification jusqu'à la récolte, afin d'examiner les fruits présentant des attaques dues aux larves du ravageur.

3.4.2. Estimation des dégâts sur fruits tombés

Les pommes attaquées par ce micro-lépidoptère tombent fréquemment à terre à partir d'un certain niveau d'évolution de l'attaque (Audemard, 1973). La méthode de collecte consiste à ramasser 200 fruits tombés au sol chaque semaine. Les fruits ramassés sont découpés afin de distinguer les pommes présentant une attaque du carpocapse et le nombre de fruits tombés par d'autres causes. L'application de cette méthode s'est étalée du mois de juin jusqu'à la récolte correspondant à la période de fructification de chaque variété.

3.5. Analyse statistique

Les résultats obtenus sur le taux d'infestation ainsi que sur le taux d'attaque sur fruits pour les différentes variétés, sont soumis à une analyse de la variance à plusieurs critères de classification au seuil $P=5\%$, en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4. Lorsque la probabilité (P) est :

$P > 0.05$: les variables ne montrent aucune différence significative.

$P < 0.05$: les variables montrent une différence significative.

$P < 0.01$: les variables montrent une différence hautement significative.

$P < 0.001$: les variables montrent une différence très hautement significative.

Lorsque cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, qui permet de déterminer les groupes homogènes.

4. Résultats

4.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes de *C.pomonella* capturés au niveau des parcelles d'étude

Les courbes de vols des adultes du carpocapse *C.pomonella* sont le résultat des captures des mâles par l'emploi des pièges sexuels en utilisant un diffuseur de phéromone spécifique (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol au niveau des 5 parcelles d'étude durant les deux années 2014 et 2015.

Au niveau du verger de Sidi Naâmane, les périodes d'activité du carpocapse, révèlent l'existence de trois périodes de vol durant six mois d'échantillonnage, allant du mois d'avril jusqu'au mois de septembre au niveau des trois parcelles et durant les deux années d'étude.

Dans la parcelle de variété Anna, le premier vol s'étend de la mi-avril correspondant à la période de nouaison des fruits du pommier jusqu'à la fin mai, période de fructification. Le deuxième vol débute du mois de juin jusqu'à la fin juillet, période de maturation des fruits et le troisième vol se produit à partir de fin juillet et se termine vers la fin du mois de septembre (Fig. 15).

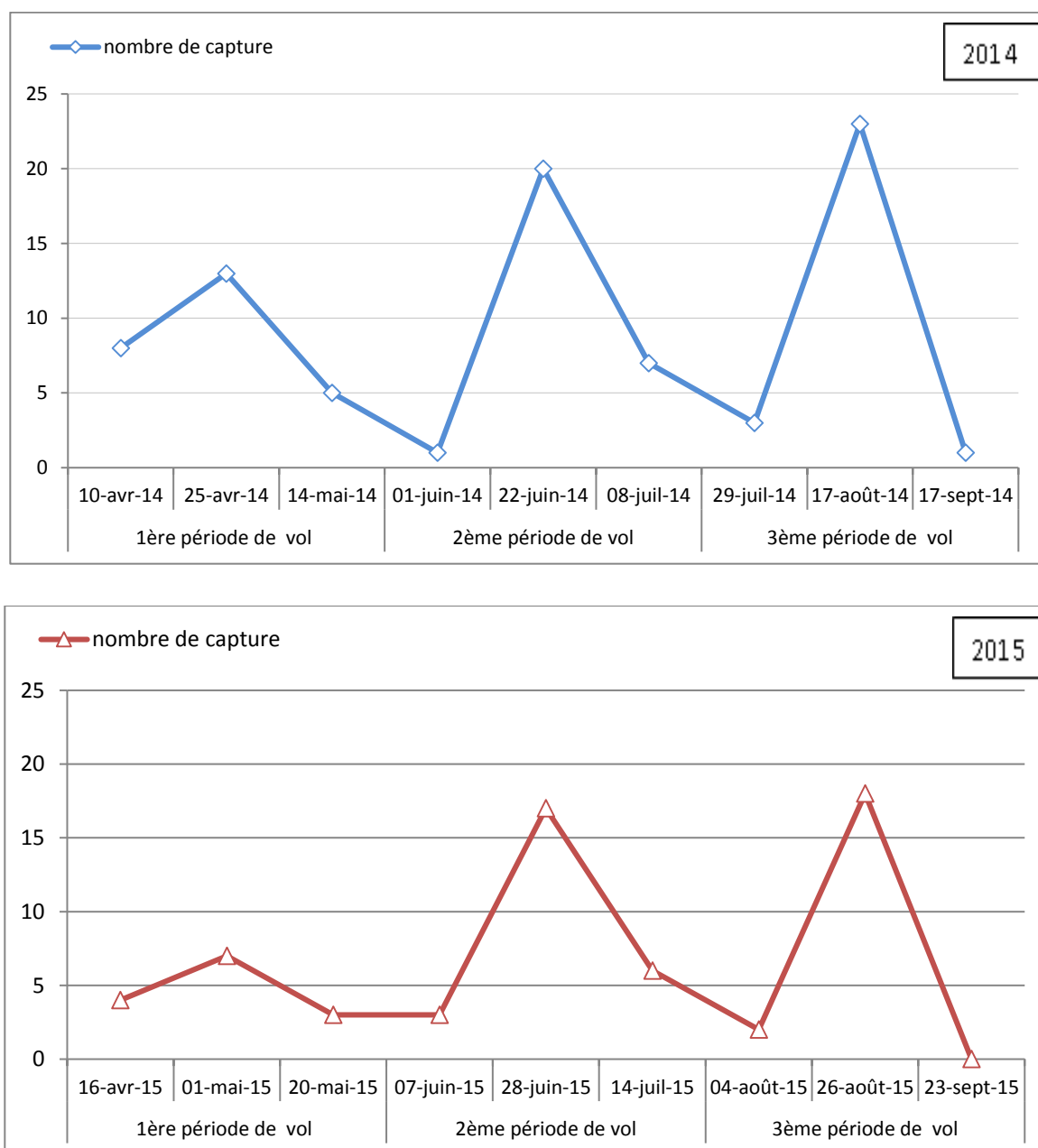


Figure 15 : Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Anna, durant les deux années d'étude.

Au niveau de la parcelle de variété Golden delicious, le premier vol s'étend de la mi-avril période de floraison jusqu'au début du mois de mai début de nouaison, le deuxième vol débute du mois de juin jusqu'à la fin du mois de juillet durant la période de fructification et le troisième vol se produit à partir du début de mois d'août (période de maturation) et se termine vers la fin du mois de septembre correspondant à la période de récolte (Fig. 16).

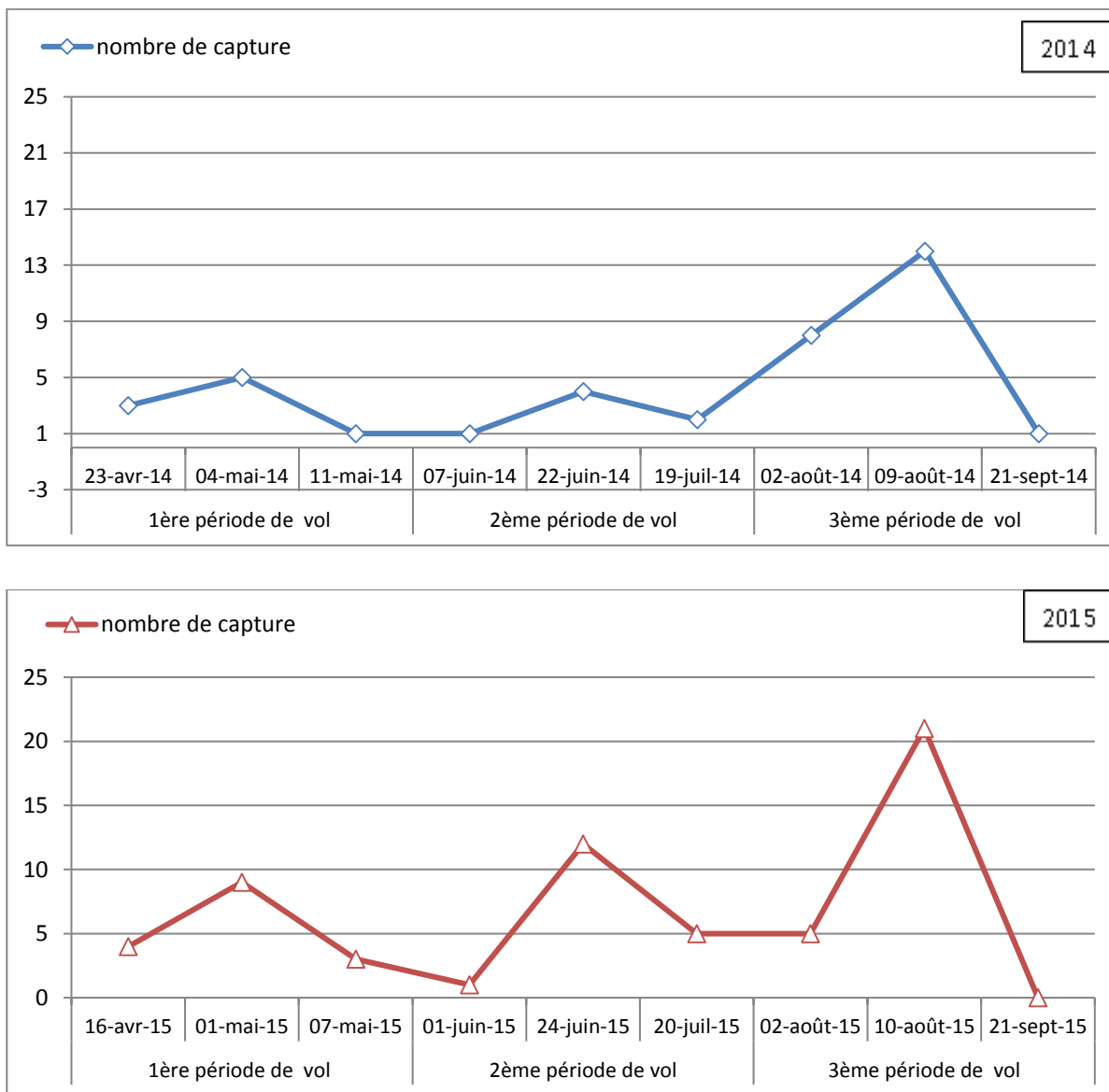


Figure 16 : Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Golden delicious durant les deux années d'étude.

Pour la variété Red delicious, le premier vol s'étend de la mi-avril jusqu'à la mi-mai période de floraison, le deuxième vol débute de la fin mai période de nouaison jusqu'à la fin juillet période de fructification et le troisième vol se produit du début Août (période de maturation) et se termine vers la fin du mois de septembre (période de récolte) (Fig. 17).

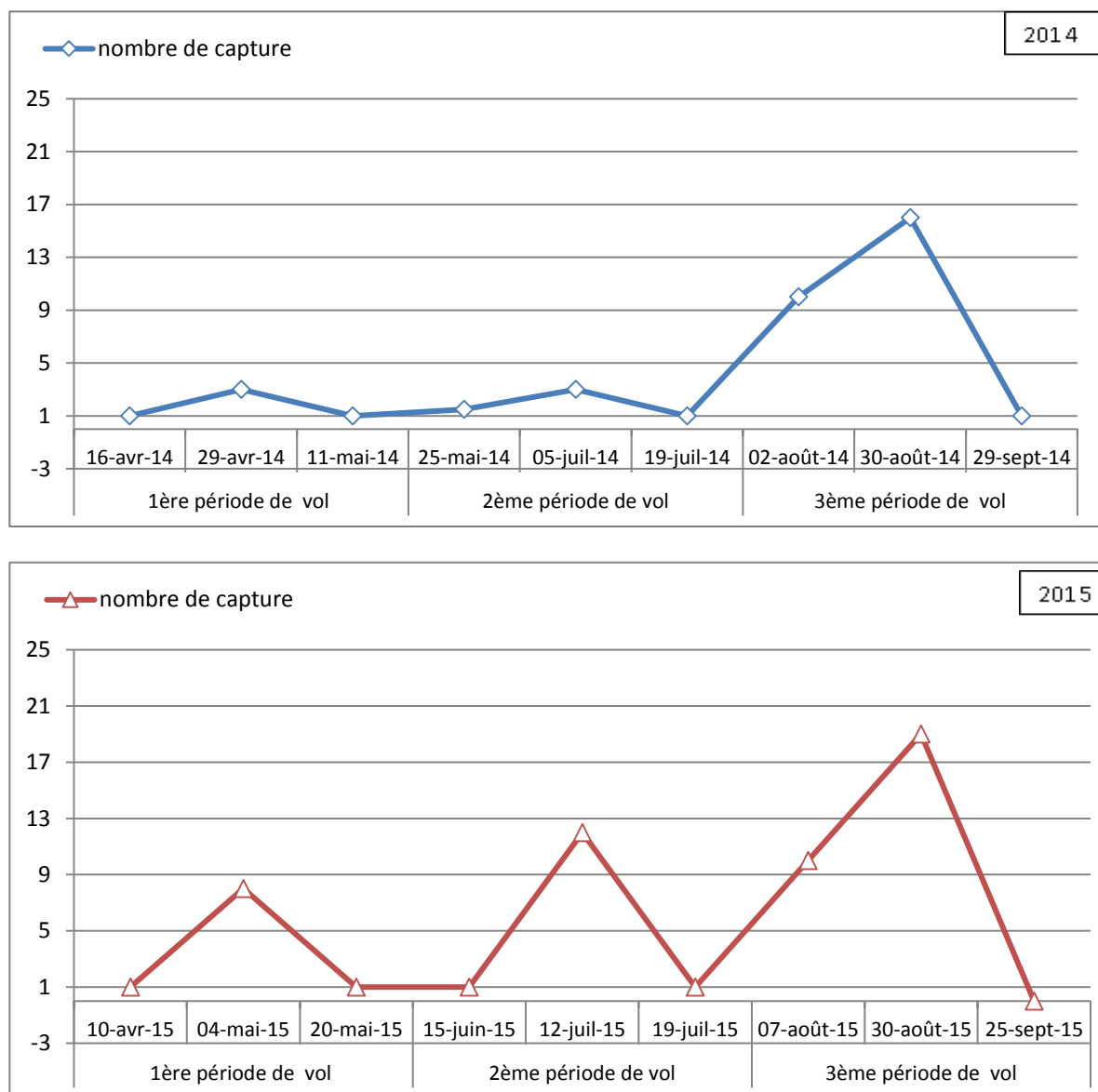


Figure 17 : Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Red delicious, durant les deux années d'étude.

Au niveau du verger de Draa Ben Khedda, les périodes d'activité du carpocapse, révèlent l'existence de deux générations chevauchantes durant trois mois allant d'avril jusqu'à Juin au niveau des deux parcelles durant les deux années d'études.

Au niveau de la parcelle de variété Anna, le premier vol s'étend de la mi-avril période de nouaison jusqu'à la fin avril, le deuxième débute de la mi-mai période de fructification et se termine vers la fin du mois de juin période de maturation et de récolte des fruits (Fig. 18).

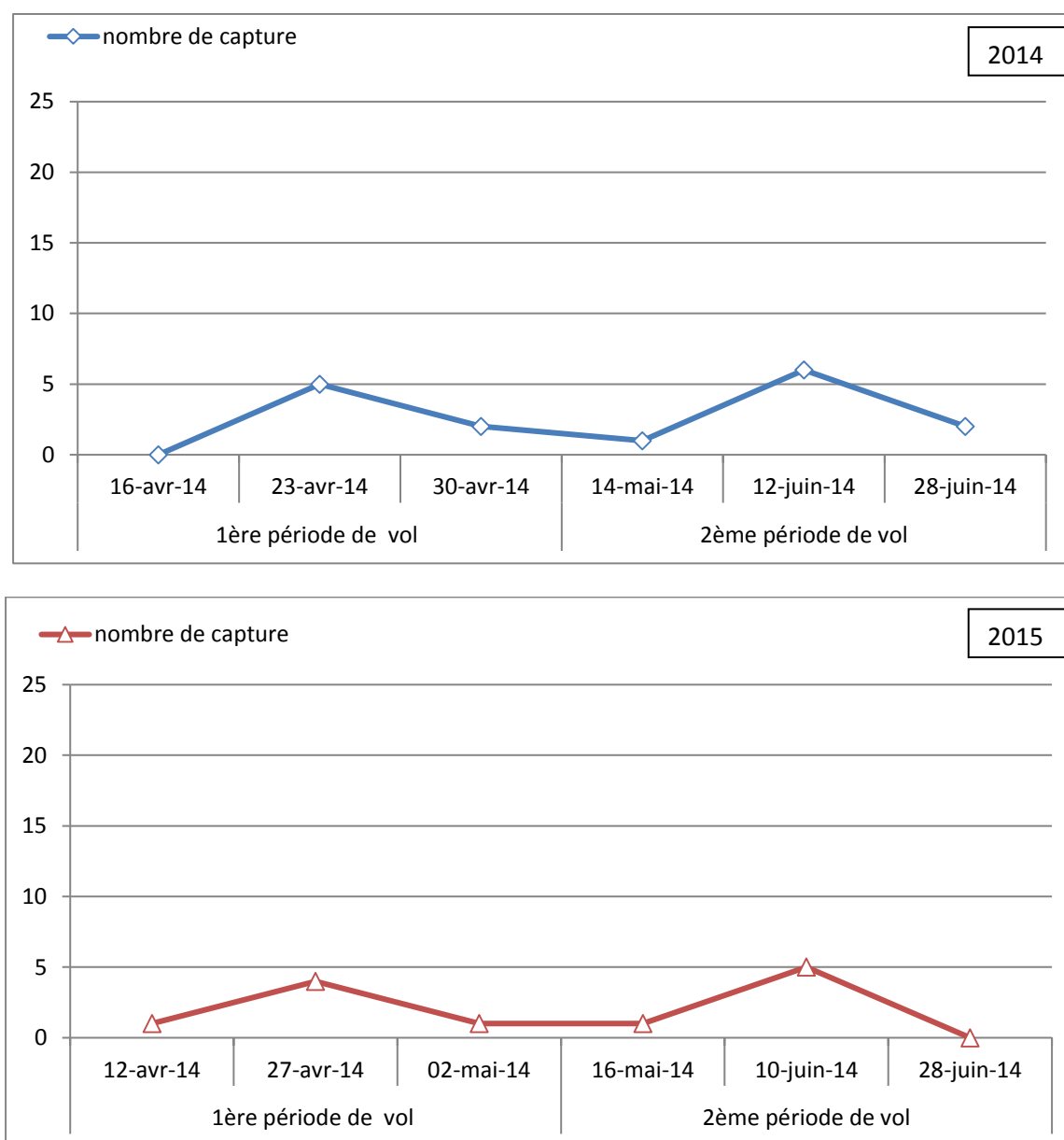


Figure 18 : Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna, durant les deux années d'étude.

Dans la parcelle de variété Dorset golden, le premier vol s'étend de la mi-avril période de nouaison jusqu'à la mi-mai, le deuxième débute de la mi-mai période de fructification et se termine vers la fin du mois de juin correspondant à la période de maturation et de récolte des fruits (Fig. 19).

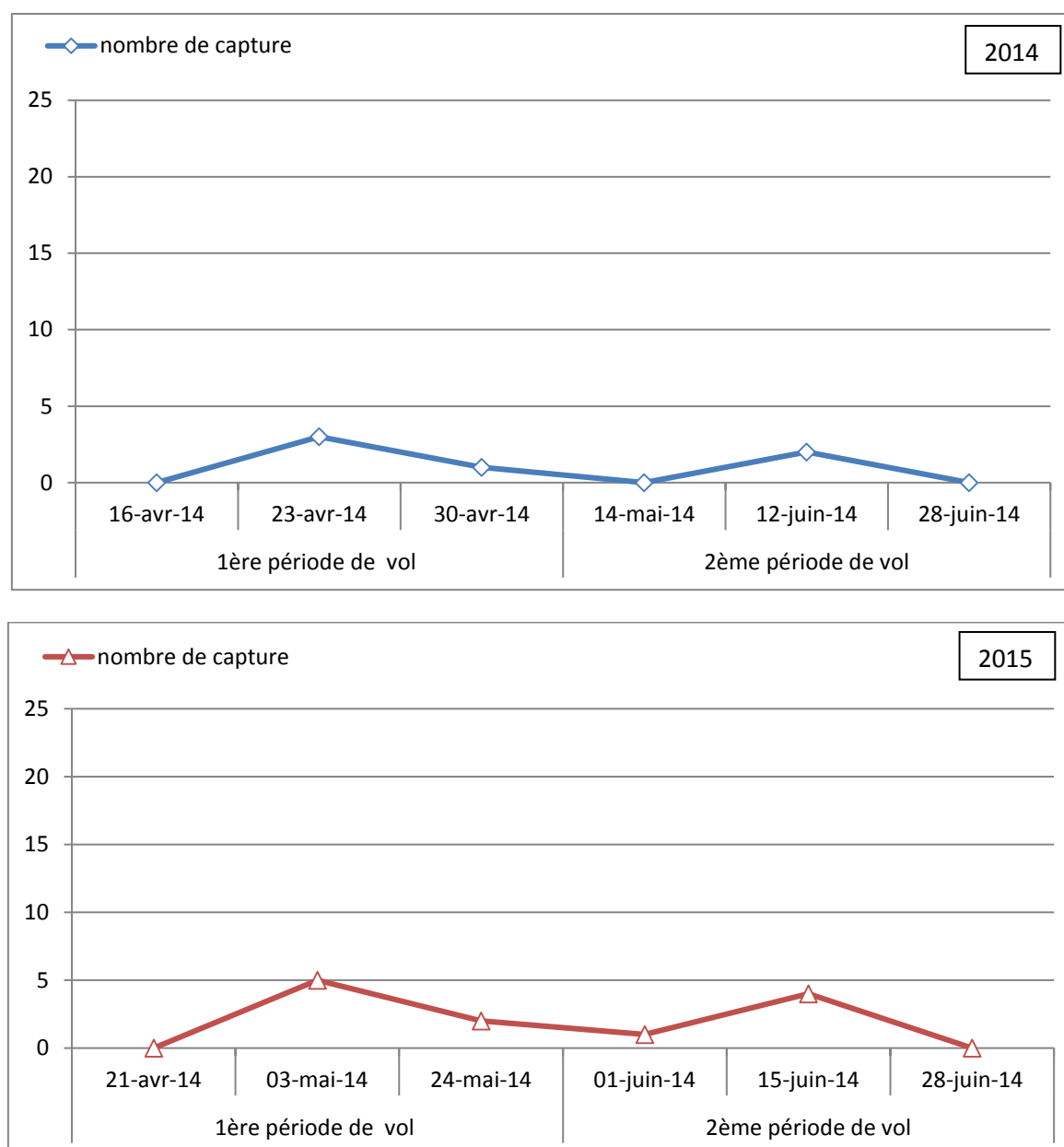


Figure 19 : Courbe de vols des adultes du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden, durant les deux années d'étude.

4.2. Dénombrement des œufs

Le suivi de l'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *C.pomonella* sur les feuilles de pommiers au niveau des cinq variétés étudiées indique la période d'activité de ponte du carpocapse. Les résultats obtenus montrent que ce micro-lépidoptère présente un comportement d'oviposition en fonction de la variété considérée.

4.2.1. Variété Anna (Sidi Naâmane)

Au niveau de la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane), les premières pontes sont observées le 10 avril avec une moyenne de 1 œufs/feuille (sur 50 feuilles observées) pour l'année 2014, 3 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 23 avril avec une moyenne de 4 œufs/feuille, le pic plus important observé le 02 août avec une moyenne de 8 œufs/feuille. Pour l'année 2015, 3 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 28 avril avec une moyenne de 6 œufs/feuille, le pic plus important observé le 07 août avec une moyenne de 9 œufs/feuille, les œufs sont absents sur les feuilles à partir du 16 août marquant la fin de l'oviposition et la récolte des fruits (Fig. 20).

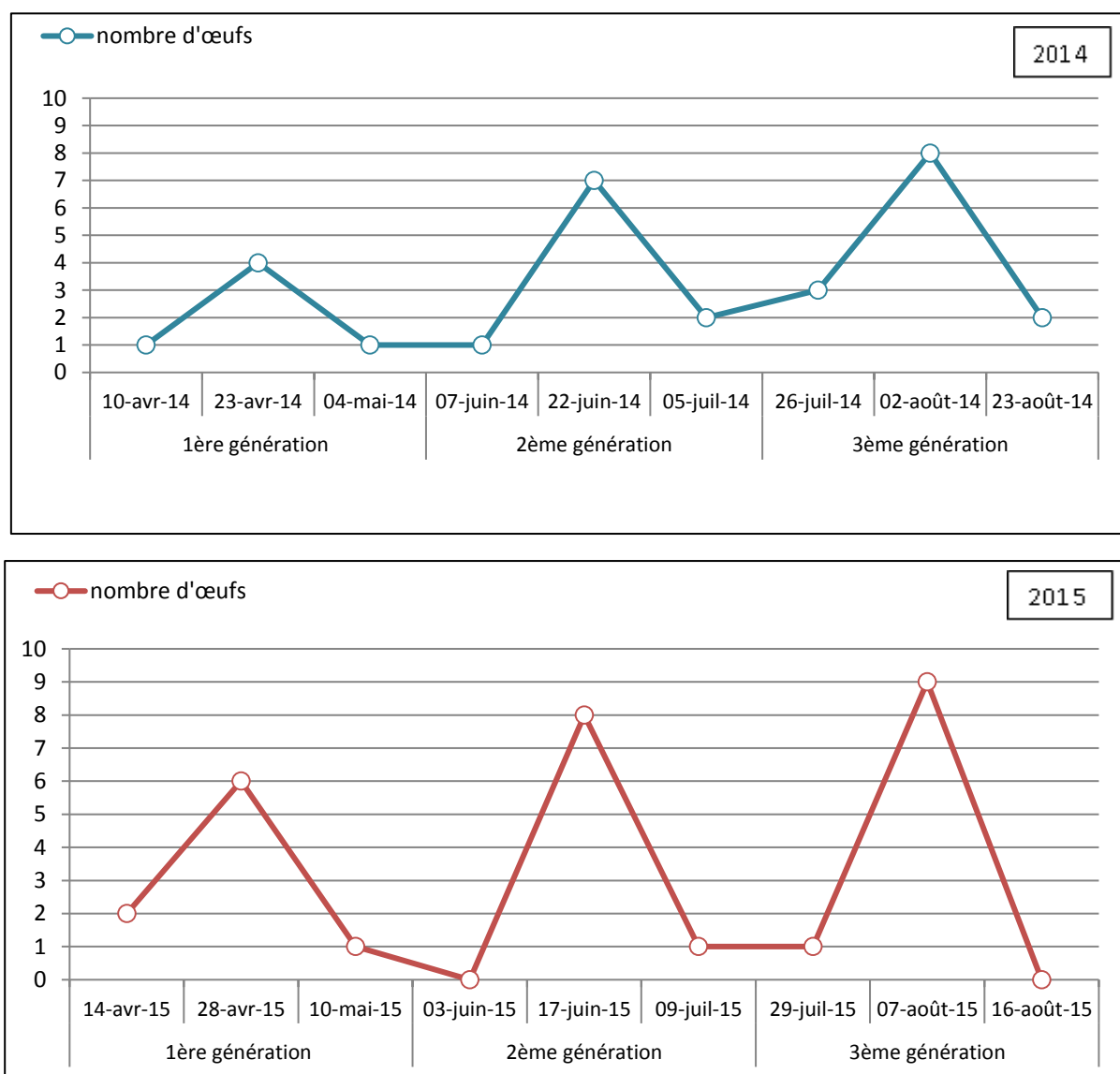


Figure 20 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Anna, pour les deux années d'étude.

4.2.2. Variété Golden delicious

Au niveau de la parcelle de variété Golden delicious, 3 pics sont enregistrés, les premières pontes sont observées le 23 avril avec une moyenne de 3 œufs/feuille (sur 50 feuilles observées) correspondant au premier pic pour l'année 2014, le pic plus important observé le 9 août avec une moyenne de 9 œufs/feuille. Pour l'année 2015, 3 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 18 avril avec une moyenne de 2 œufs/feuille, le pic plus important observé le 07 août avec une moyenne de 8 œufs/feuille, (Fig. 21).

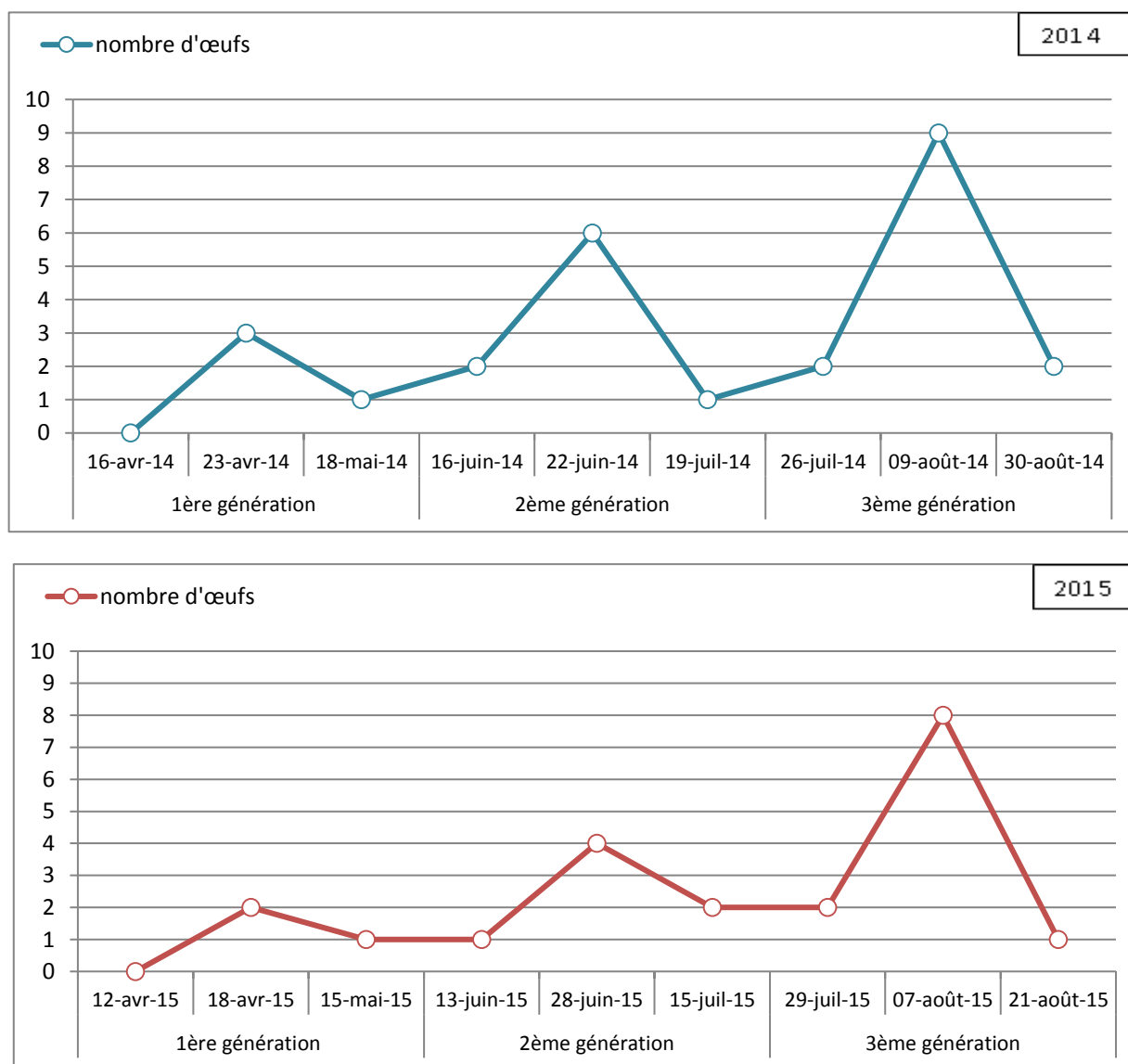


Figure 21 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Golden delicious, pour les deux années d'étude.

4.2.3. Variété Red delicious

Au niveau de la parcelle de variété Red delicious (Sidi Naâmane), les premières pontes sont observées le 16 avril avec une moyenne de 2 œufs/feuille (sur 50 feuilles observées) pour l'année 2014, 3 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 29 avril avec une moyenne de 4 œufs/feuille, le pic plus important observé le 30 août avec une moyenne de 9 œufs/feuille. Pour l'année 2015, 3 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 22 avril avec une moyenne de 3 œufs/feuilles, le pic le plus important est observé le 13 août avec une moyenne de 9 œufs/feuilles, les œufs sont absents sur les feuilles à partir du 21 août marquant la fin de l'oviposition et la récolte des fruits (Fig. 22).

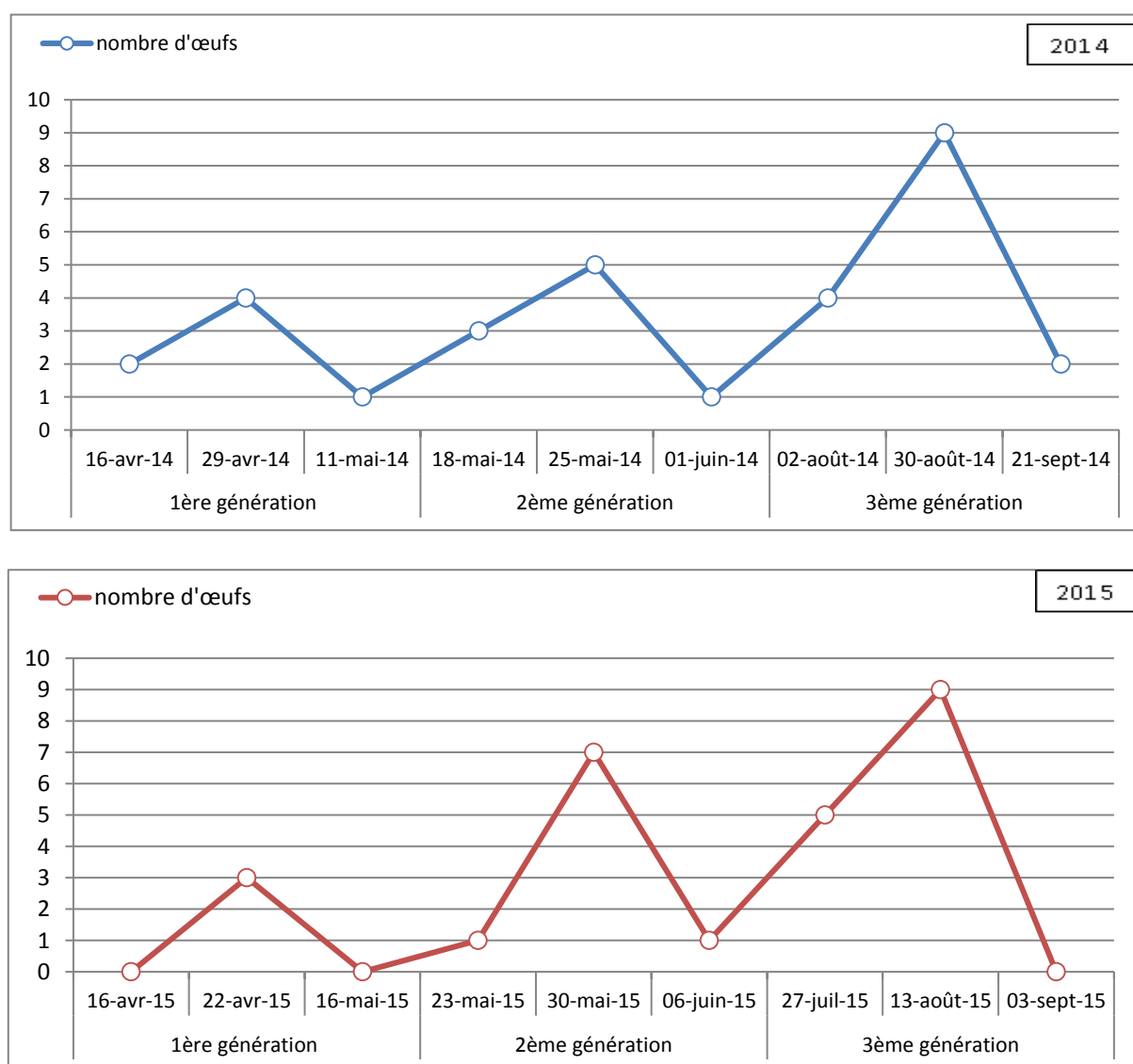


Figure 22 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Red delicious, pour les deux années d'étude.

4.2.4. Variété Anna (Draa Ben Khedda)

Au niveau de la parcelle de variété Anna (DBK) pour l'année 2014, 2 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 27 avril avec une moyenne de 4 œufs/feuille, le pic plus important observé le 12 juin avec une moyenne de 6 œufs/feuille. Pour l'année 2015, 2 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 26 avril avec une moyenne de 2 œufs/feuilles, le pic le plus important est observé le 18 juin avec une moyenne de 5 œufs/feuilles, les œufs sont absents sur les feuilles à partir du 24 juin marquant la fin de l'oviposition et la récolte des fruits (Fig. 23).

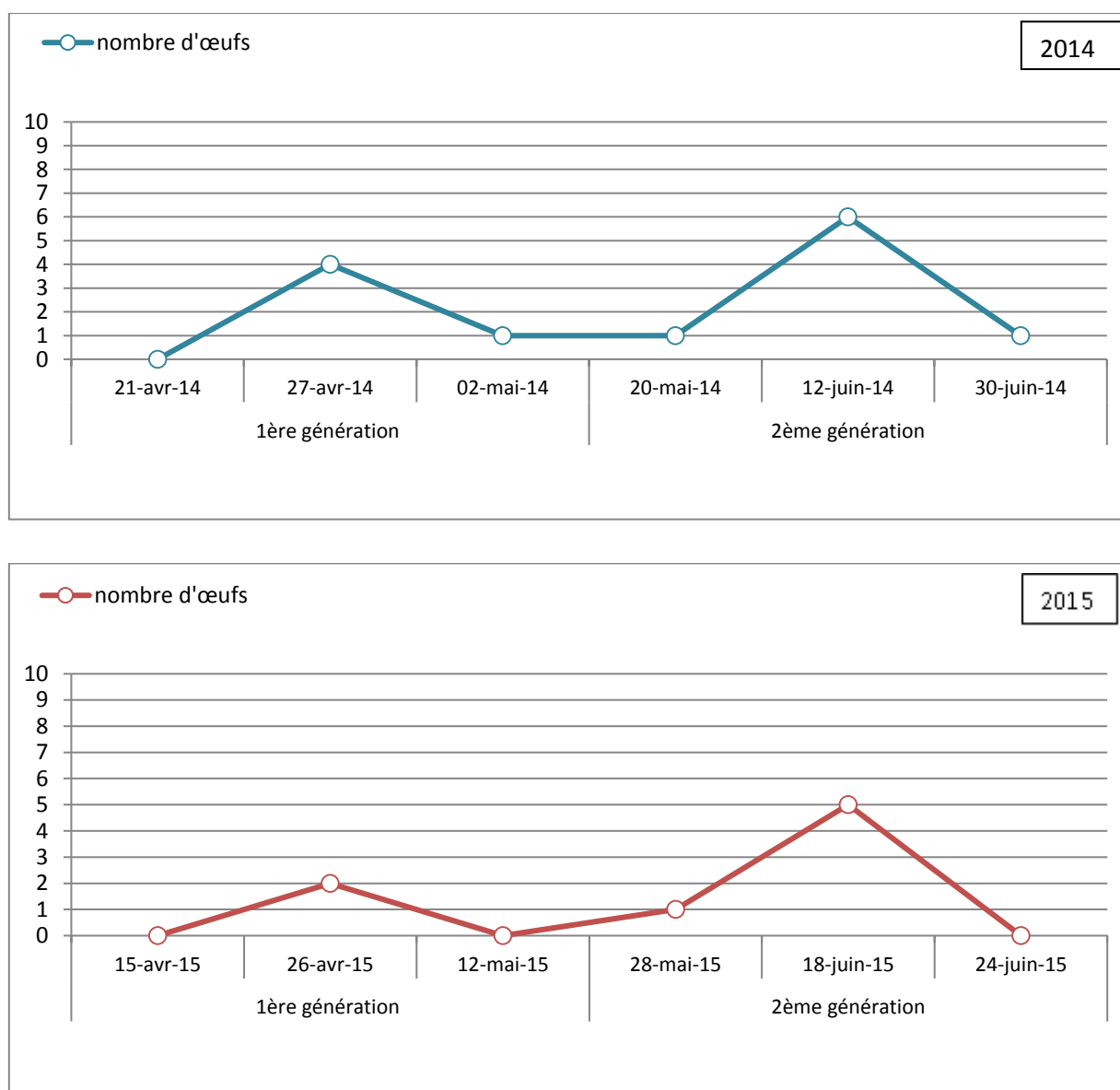


Figure 23 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna, pour les deux années d'étude.

4.2.5. Variété Dorset golden

Au niveau de la parcelle de variété Dorset golden pour l'année 2014, 2 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 27 avril avec une moyenne de 5 œufs/feuille, le pic plus important observé le 12 juin avec une moyenne de 7 œufs/feuille. Pour l'année 2015, 2 pics sont enregistrés dont le premier est noté le 26 avril avec une moyenne de 6 œufs/feuilles, le pic le plus important est observé le 18 juin avec une moyenne de 8 œufs/feuilles (Fig. 24).

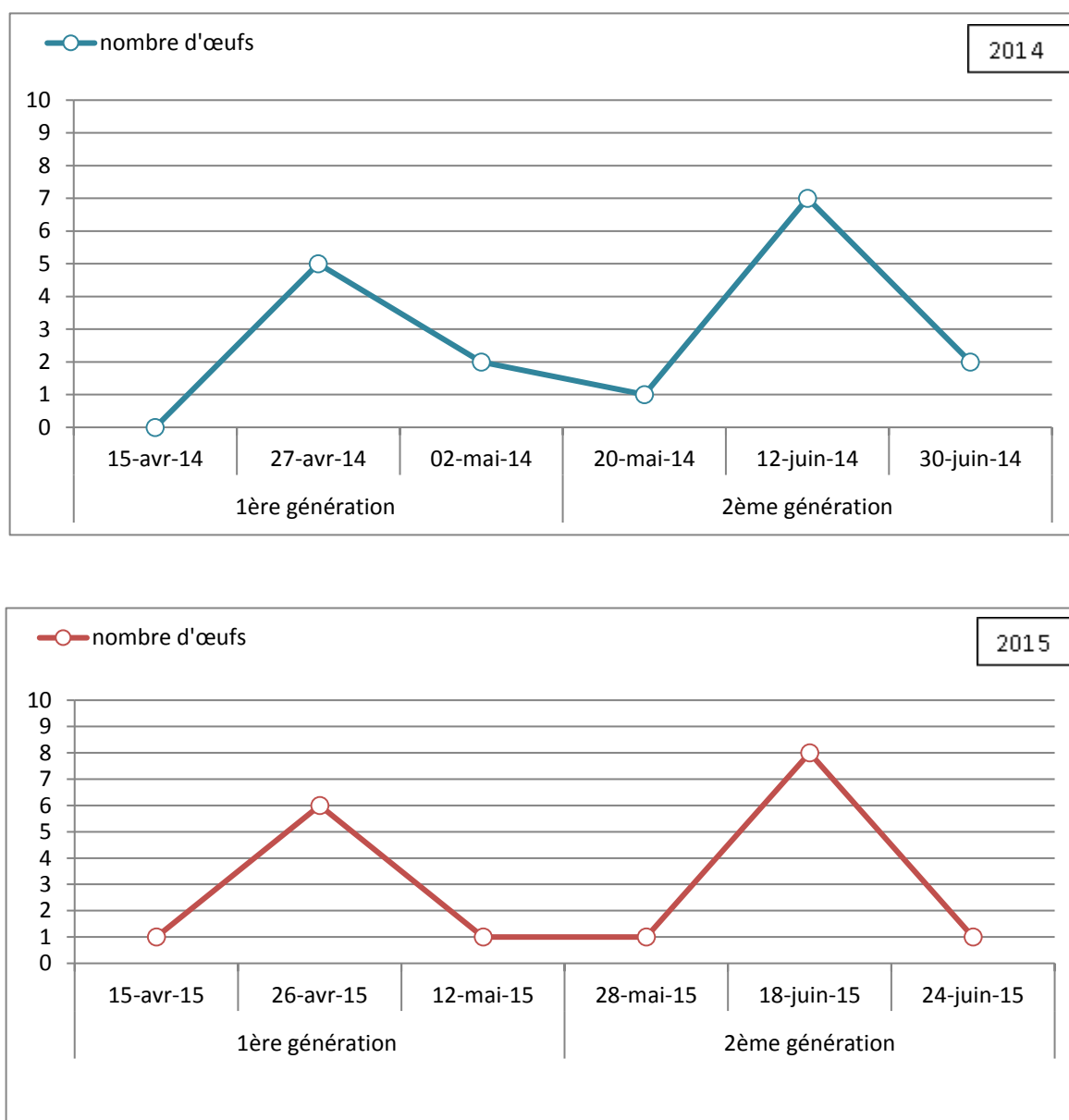


Figure 24 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles du carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden, pour les deux années d'étude.

Une liaison étroite a été établie entre les différents stades phénologiques de la plante hôte et le ravageur, mettant en évidence l'existence de trois générations par an qui se chevauchent durant six mois correspondant aux périodes d'activité du carpocapse allant du mois d'avril jusqu'au mois de septembre au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane (versant sud) (Fig. 25) pour les variétés à fructification tardives (Golden delicious et Red delicious), (Fig. 26) pour la variété à Anna à fructification précoce, et deux générations par an qui se chevauchent durant trois mois, allant du mois d'avril jusqu'au mois de Juin au niveau des parcelles du verger de Draa Ben Khedda (versant nord) (Fig. 27) qui sont des variétés à fructification précoce.

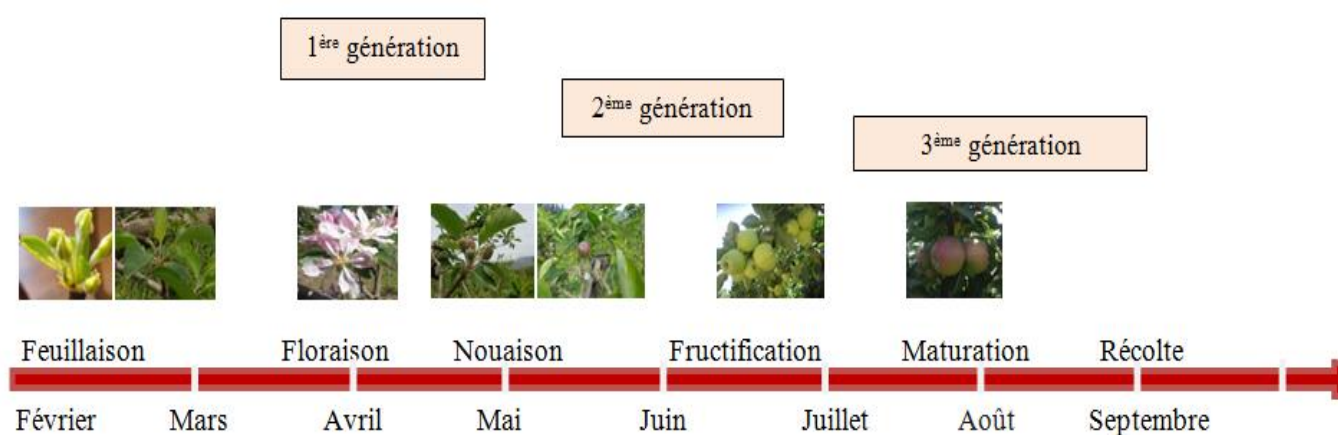


Figure 25 : évolution des populations du carpocapse *C.pomonella* suivant la phénologie du pommier sur variétés tardives (Golden delicious et Red delicious) dans le verger de Sidi Naâmane (versant sud de l'Oued Sebaou) (2014 et 2015).

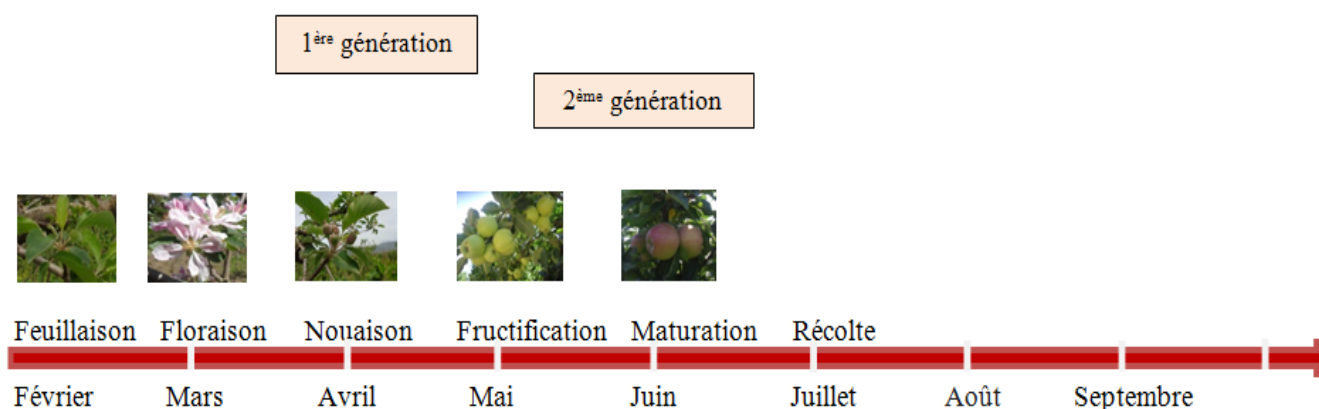


Figure 26 : évolution des populations du carpocapse *C.pomonella* suivant la phénologie du pommier sur variétés précoces (Anna et Dorset golden) (2014 et 2015).

4.3. Estimation des dégâts sur arbre

Les observations des dégâts occasionnés par le micro-lépidoptère *C.pomonella* sur arbres ont commencé au début du mois juin après l'apparition des premières perforations des fruits durant la période de grossissement, au niveau des cinq parcelles d'étude.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 2,44% en 2014 et 1,7% en 2015 dans la parcelle de variété Anna (Fig.28).

Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 4,94% en 2014 et 4,48% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 5,66% en 2014 et 5,23% en 2015 due aux larves de troisième génération.

Les dommages occasionnés sont liés à l'effectif des larves, lesquelles dépendent de l'effectif des adultes ayant engendré ces larves. L'emploi de traitement phytosanitaire permet de moduler la densité de population du ravageur *C.pomonella* et les dégâts occasionnés par celui-ci, plus les interventions sont fortes, plus les dommages perpétrés par ce micro-lépidoptère sont régulées.

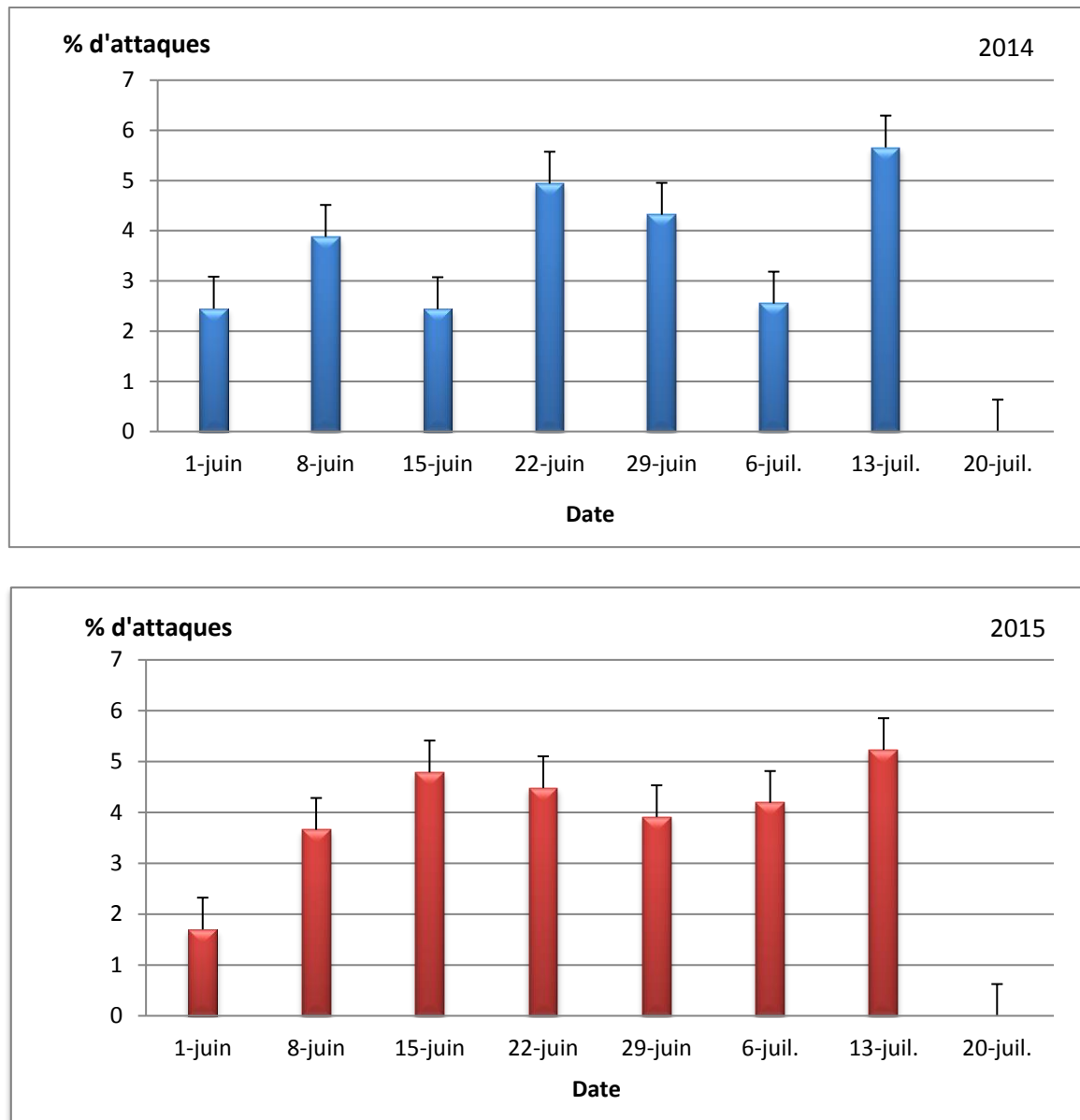


Figure 27 : Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Anna durant les deux années d'étude.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 0,9% en 2014 et 2,33% en 2015 dans la parcelle de variété Golden delicious (Fig.29).

Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 10,44% en 2014 et 14,07% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 17,25% en 2014 et 19,06% en 2015, ces dommages sont due aux larves de la troisième génération.

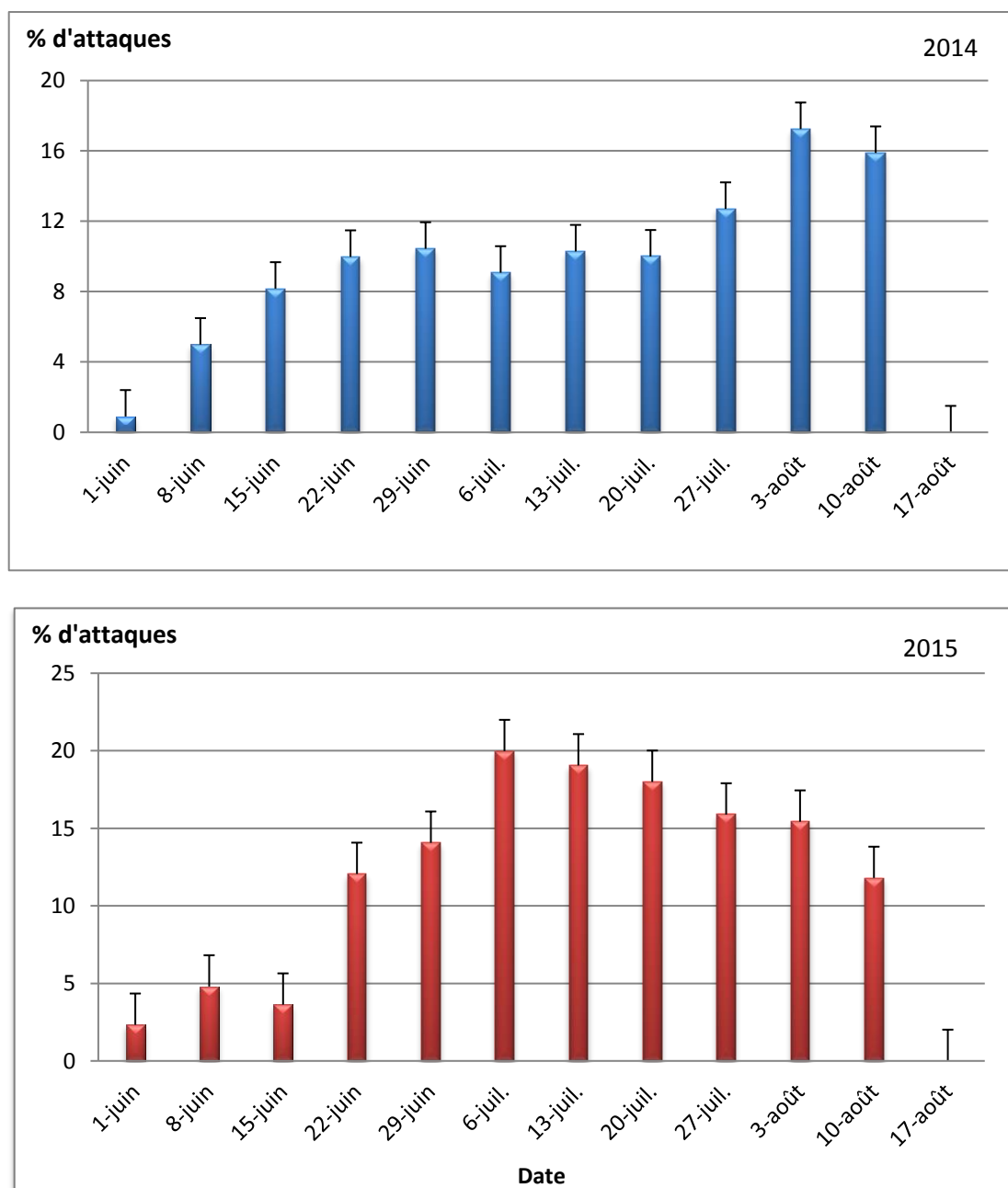


Figure 28 : Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Golden delicious durant les deux années d'étude.

Les chenilles de la première génération n'ont pas causés de dégâts significatifs au niveau de la parcelle non traité de variété Red delicious (Fig. 30). Les chenilles de la deuxième génération marquent d'importants dommages avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 13,75% en 2014 et 12,60% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 45,62% en 2014 et 46,2% en 2015, ces dommages sont due aux larves de la troisième génération.

Les populations de *C.pomonella* se développent librement en l'absence de lutte chimique pouvant occasionner d'importants dégâts comme c'est le cas dans cette parcelle non soumise aux traitements pesticides ou l'ampleur des dommages est élevée. L'activité du carpocapse au niveau de la variété Red delicious est favorisée par le climat de la région d'étude et par son orientation vers le versant sud de l'oued Sebaou qui semble mieux exposé aux rayons lumineux.

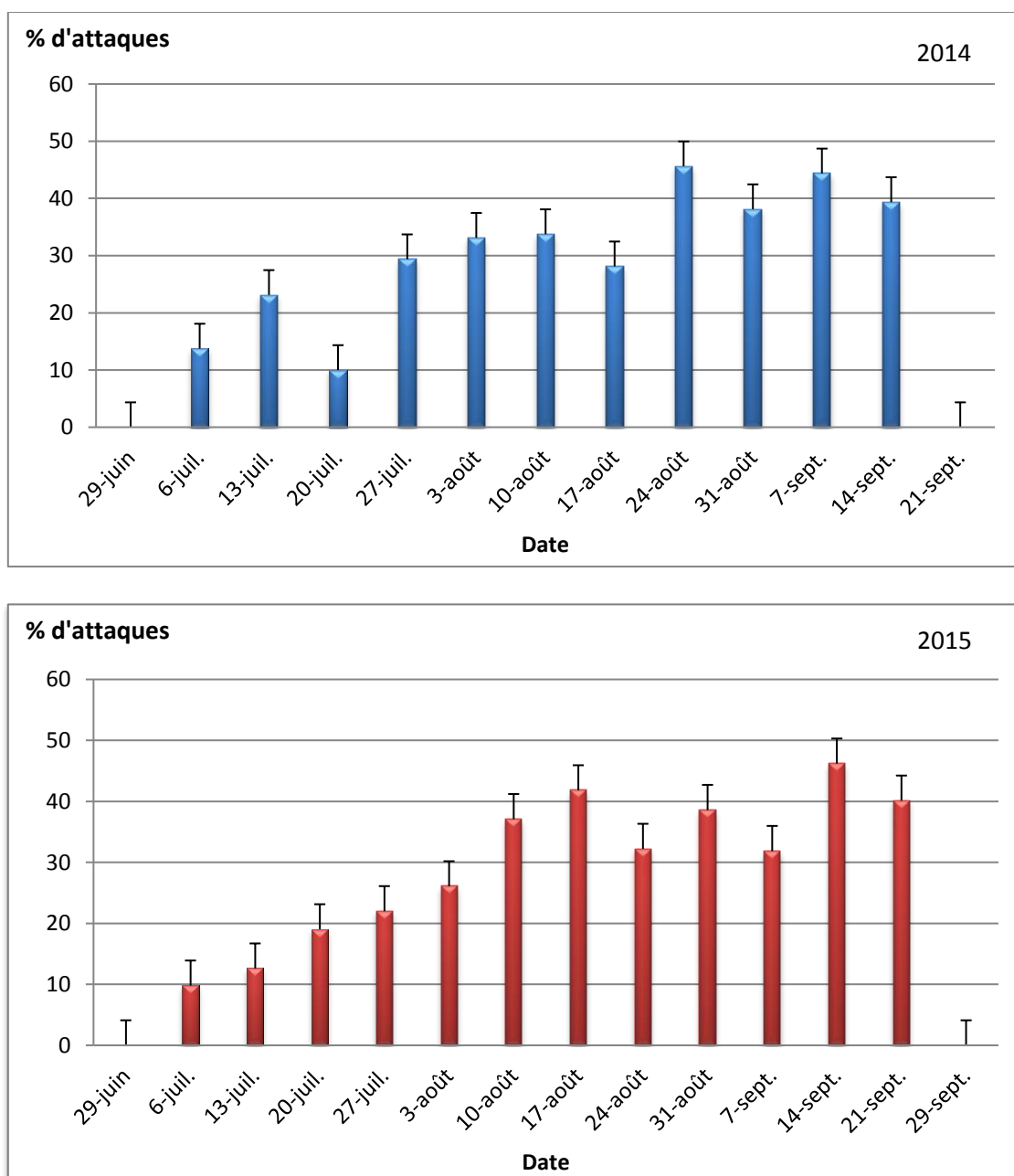


Figure 29 : Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Red delicious durant les deux années d'étude.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits dans le verger de Draa Ben Khedda sur les deux parcelles d'étude, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,25% en 2014 et 1,31% en 2015 dans la parcelle de variété Anna (Fig. 31). Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,59% en 2014 et 4,31% en 2015.

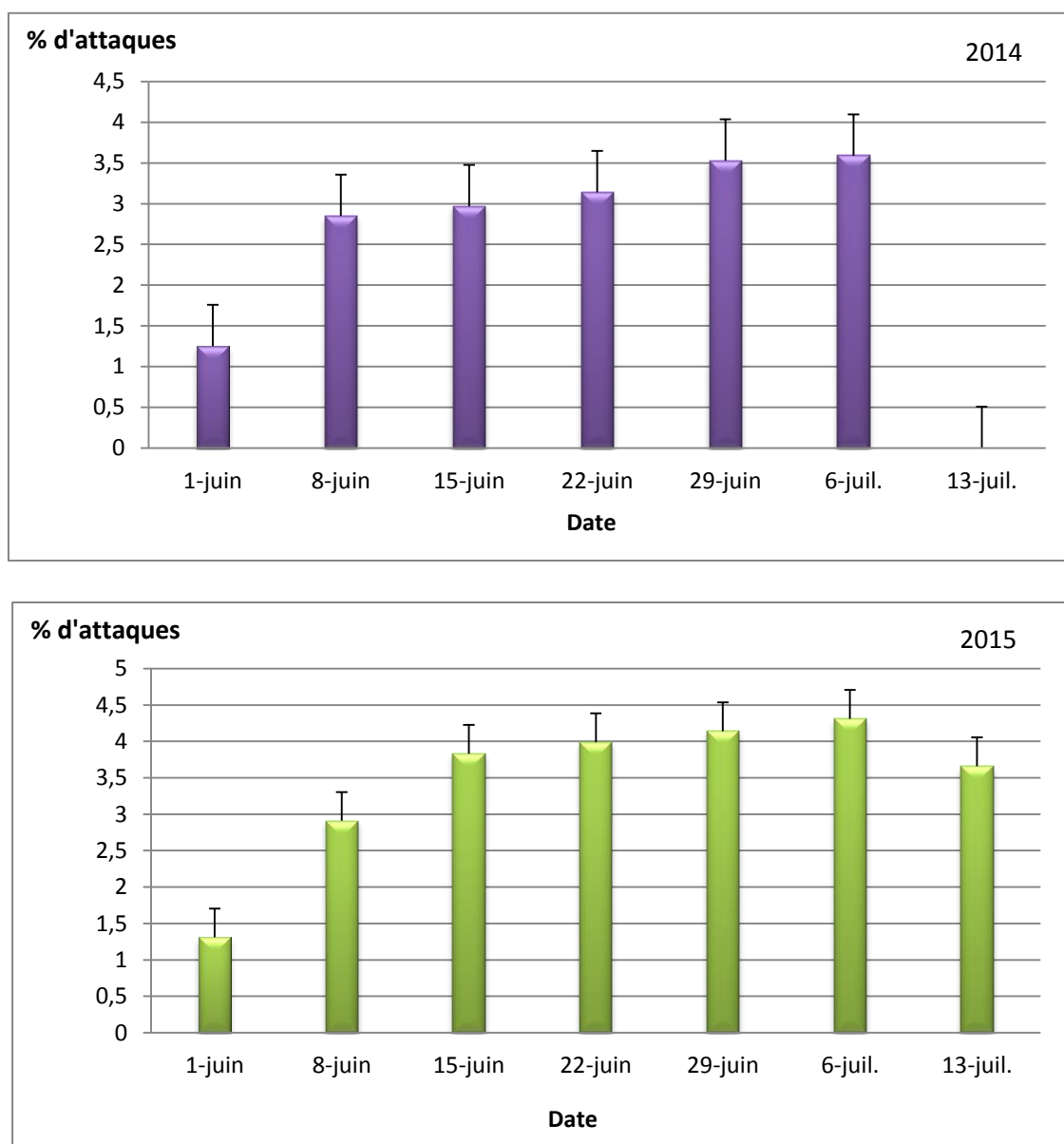


Figure 30 : Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Anna durant les deux années d'étude.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,7% en 2014 et 2,1% en 2015

dans la parcelle de variété Dorset golden (Fig.32). Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 4,6% en 2014 et 4,97% en 2015.

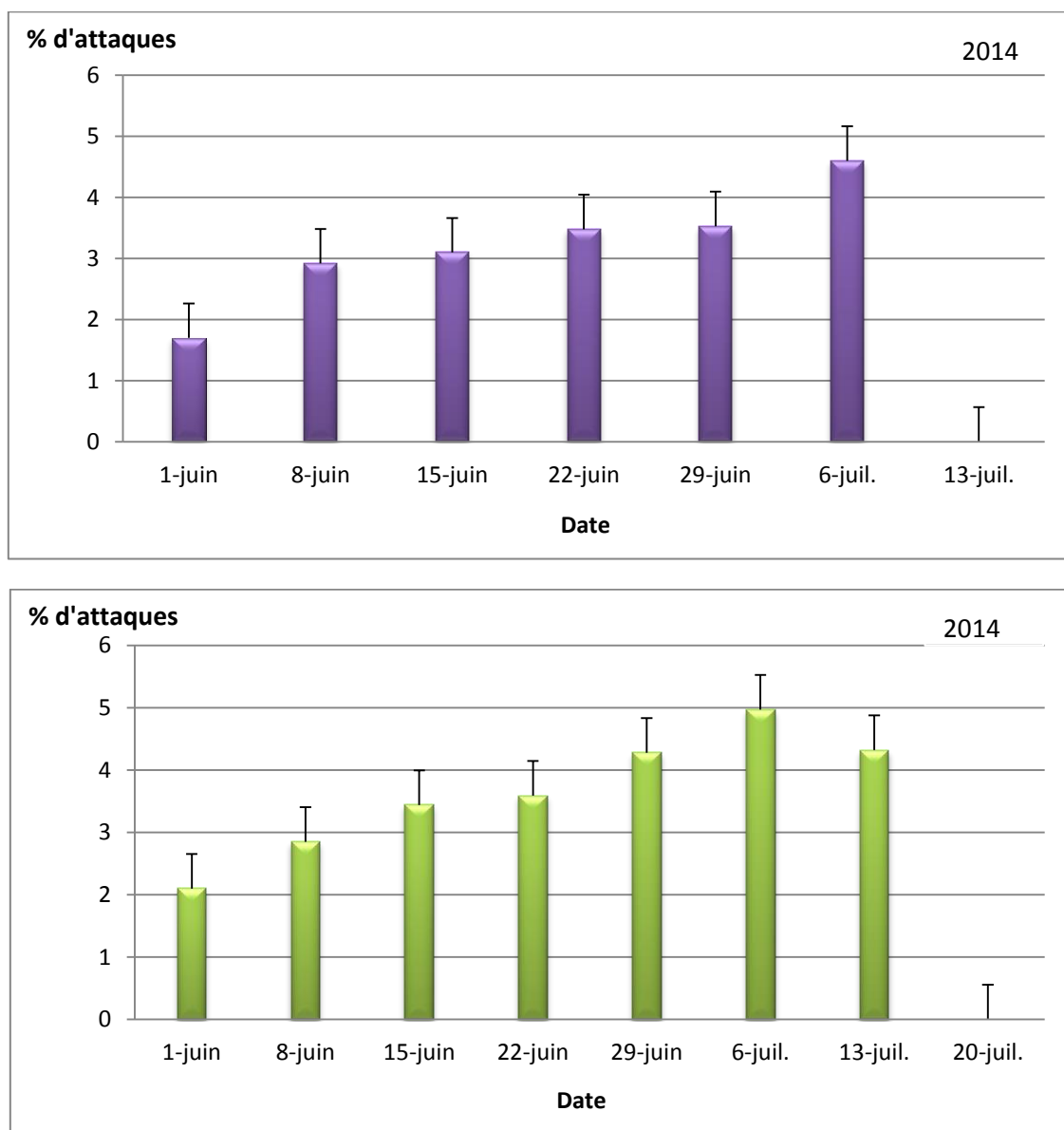


Figure 31 : Pourcentage des fruits attaqués sur arbres par le carpocapse dans la région de Draa Ben Khedda : variété Dorset golden durant les deux années d'étude.

L'analyse de la variance à deux critères de classification a révélé des différences très hautement significatives pour le facteur variété ($p=0,0002$), et des différences hautement significatives pour le facteur temps ($p=0,04$). Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir trois groupes homogènes : A, B et C caractérisé respectivement par les variétés Red delicious, Golden delicious pour les groupes A et B et les variétés Anna (Sidi Naâmane), Anna (Draa ben Khedda) et Dorset golden pour le groupe C (Tab 3 Annexes).

4.4. Estimation des dégâts des fruits tombés

Nos observations ont commencé le premier juin, nous avons enregistré des chutes des fruits tombés au sol et attaqués par le carpocapse *C.pomonella* dès les premiers contrôles au niveau des cinq parcelles d'études.

Nous avons enregistré des chutes de fruits dès les premiers contrôles avec perforations par les chenilles au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,3% en 2014 et 0,81% en 2015 dans la parcelle de variété Anna (Fig.33). Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,1% en 2014 et 2,92% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 6,7% en 2014 et 5,5% en 2015 due aux larves de troisième génération.

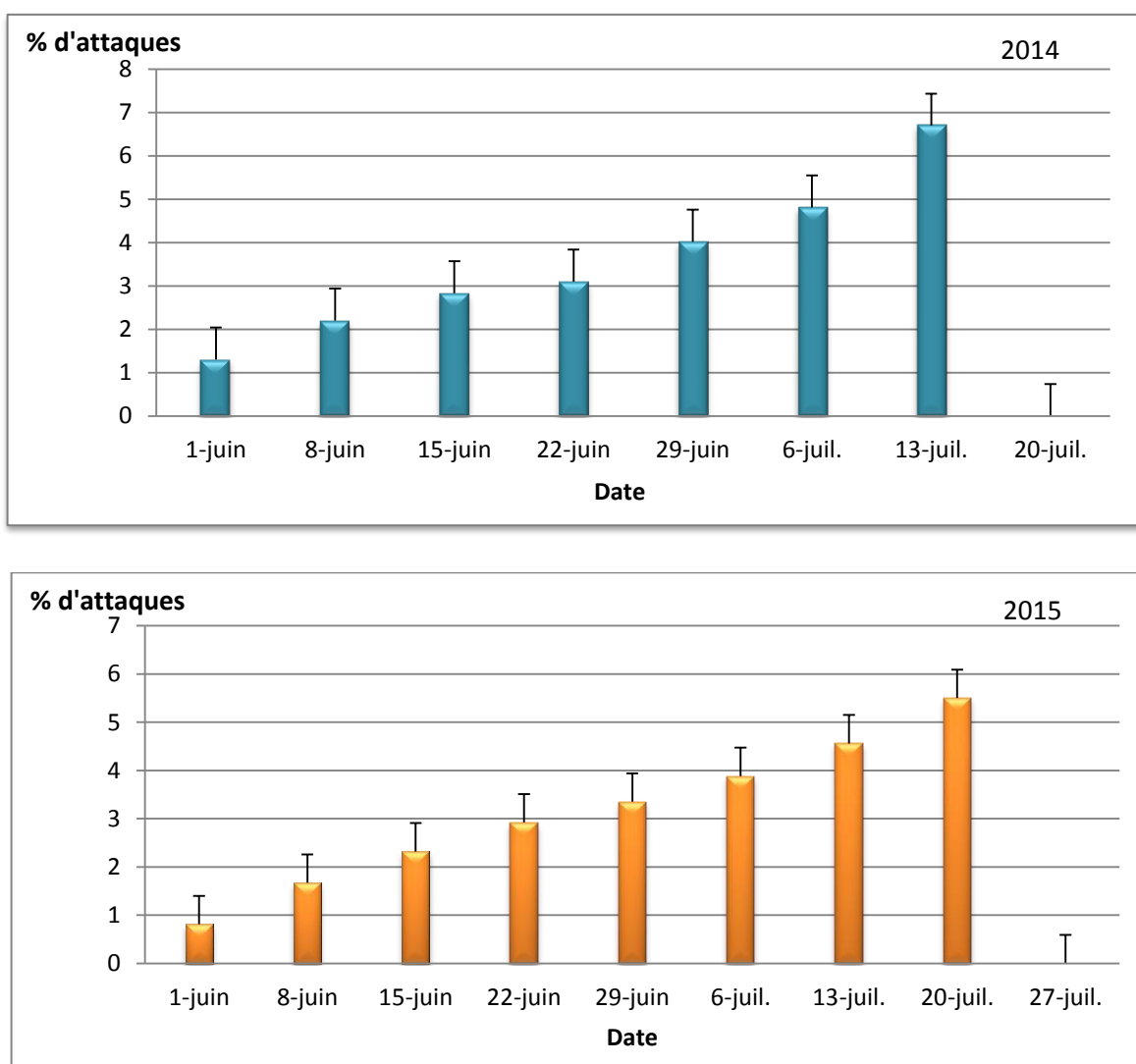


Figure 32 : Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Anna.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits par les chenilles, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 0,7% en 2014 et 1,21% en 2015 dans la parcelle de variété Golden delicious (Fig.34).

Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 6,72% en 2014 et 3,10% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 16,87% en 2014 et 16,07% en 2015 due aux larves de troisième génération. Les dommages sur les récoltes sont considérables compte tenu de la pullulation du ravageur.

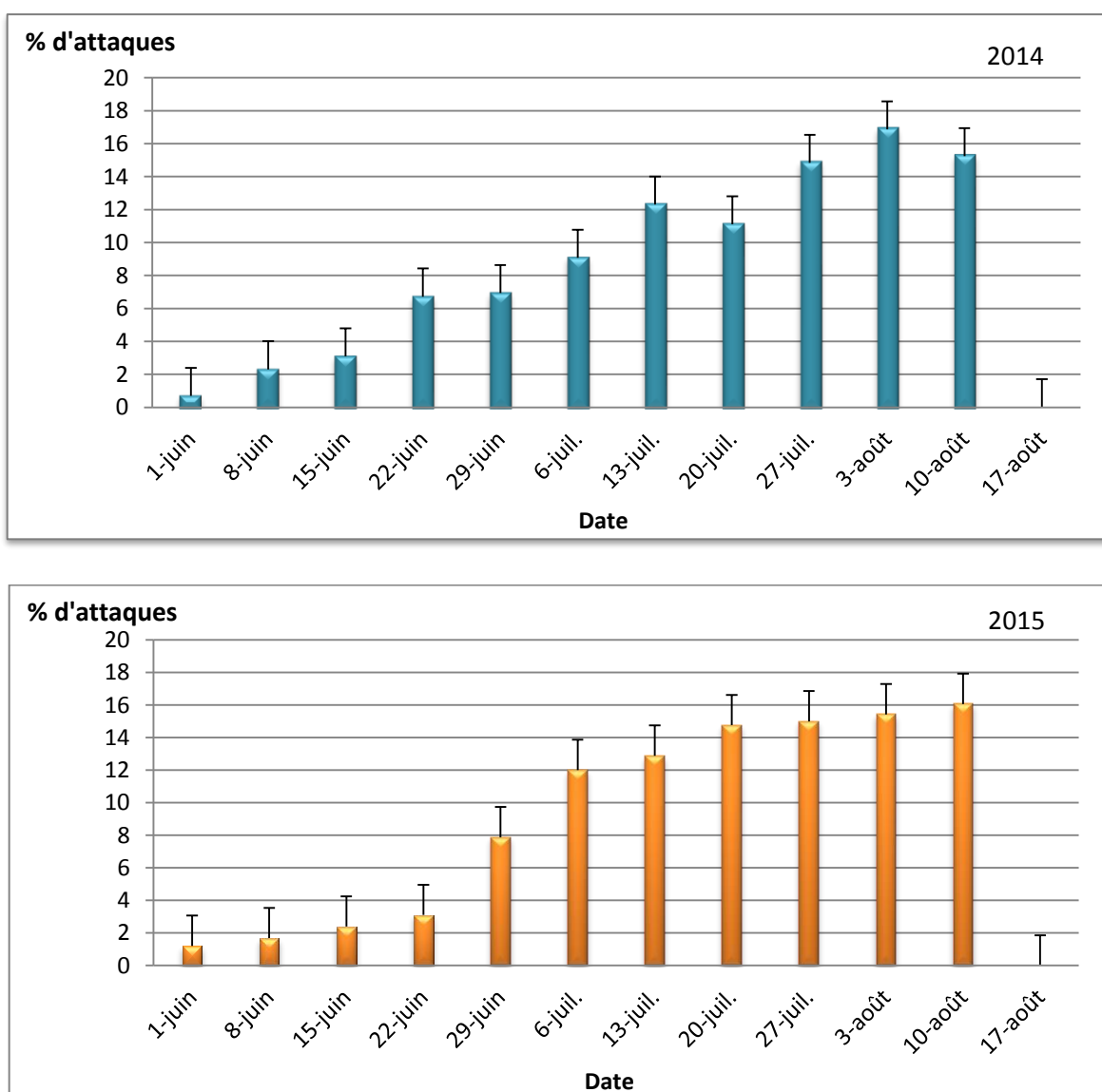


Figure 33 : Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Golden delicious.

Les chenilles de la première génération n'ont pas causés de dégâts significatifs au niveau de la parcelle non traitée de variété Red delicious (Fig.35). Nous avons enregistré des attaques causés par les chenilles de la deuxième génération avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 7,51% en 2014 et 10,3% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 44,37% en 2014 et 42,9% en 2015, occasionnées par les larves de la troisième génération. Les pertes perpétrées par *C.pomonella* dans la parcelle d'étude s'explique par l'absence de traitement phytosanitaire. A partir de ces résultats nous remarquons que les dommages occasionnés par la 2^{ème} et la 3^{ème} génération sont considérables.

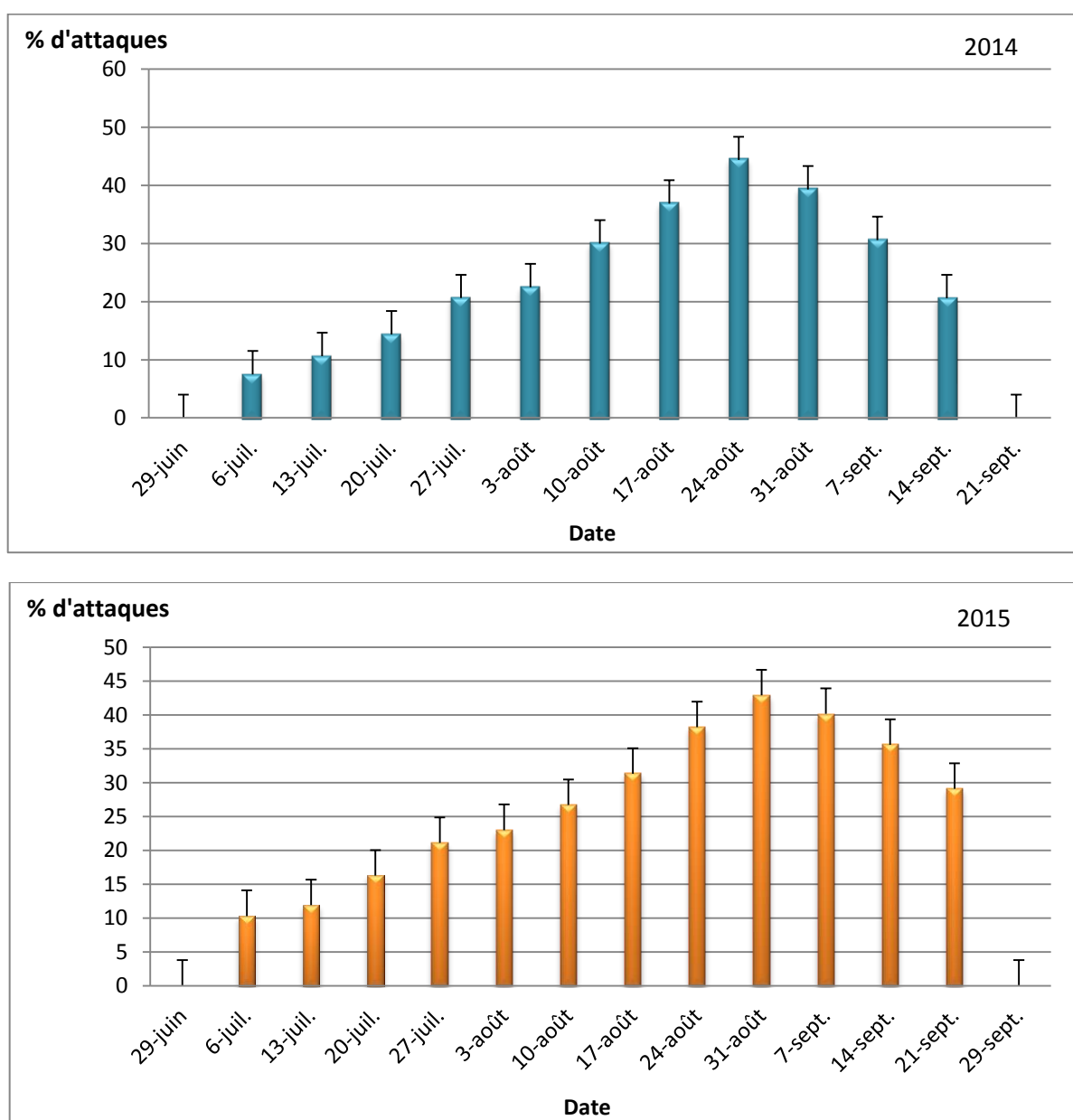


Figure 34 : Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région de Sidi Naâmane : variété Red delicious.

Nous signalons que dans les conditions normales d'un verger de pommier, les fruits peuvent tomber pour différentes causes (aléas climatiques, culturales, attaques du carpocapse...etc.).

Nous avons enregistré des chutes des fruits dès les premiers contrôles avec perforations dans le verger de Draa Ben Khedda sur les deux parcelles d'étude, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,02% en 2014 et 1,73% en 2015 dans la parcelle de variété Anna (Fig.36). Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,66% en 2014 et 3,88% en 2015.

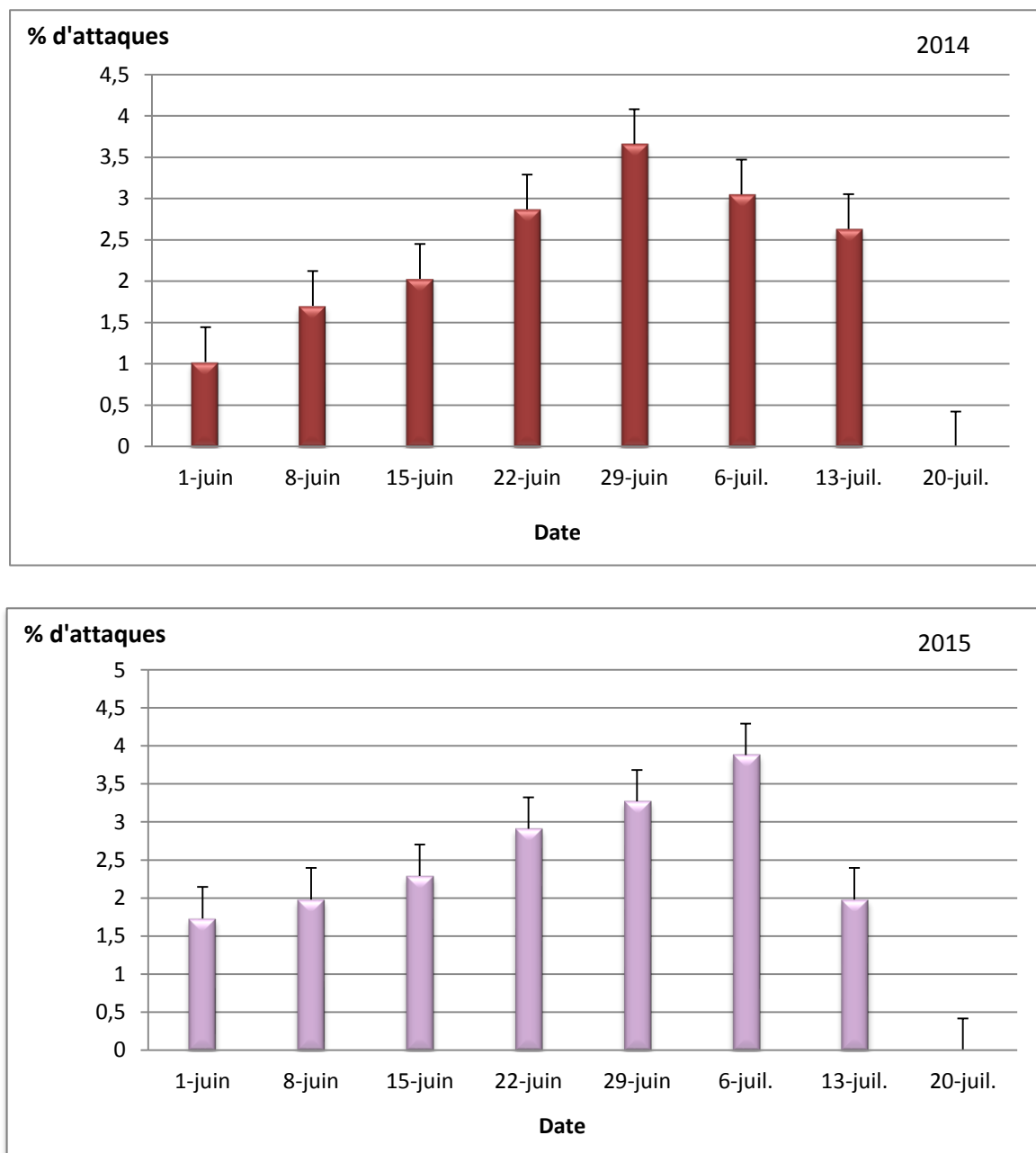


Figure 35 : Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région Draa Ben Khedda : variété Anna.

Nous avons enregistré des chutes des fruits avec perforations dans la parcelle de variété Dorset golden (Fig. 37), ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 3,3% en 2014 et 0,85% en 2015. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 5,3% en 2014 et 3,78% en 2015.

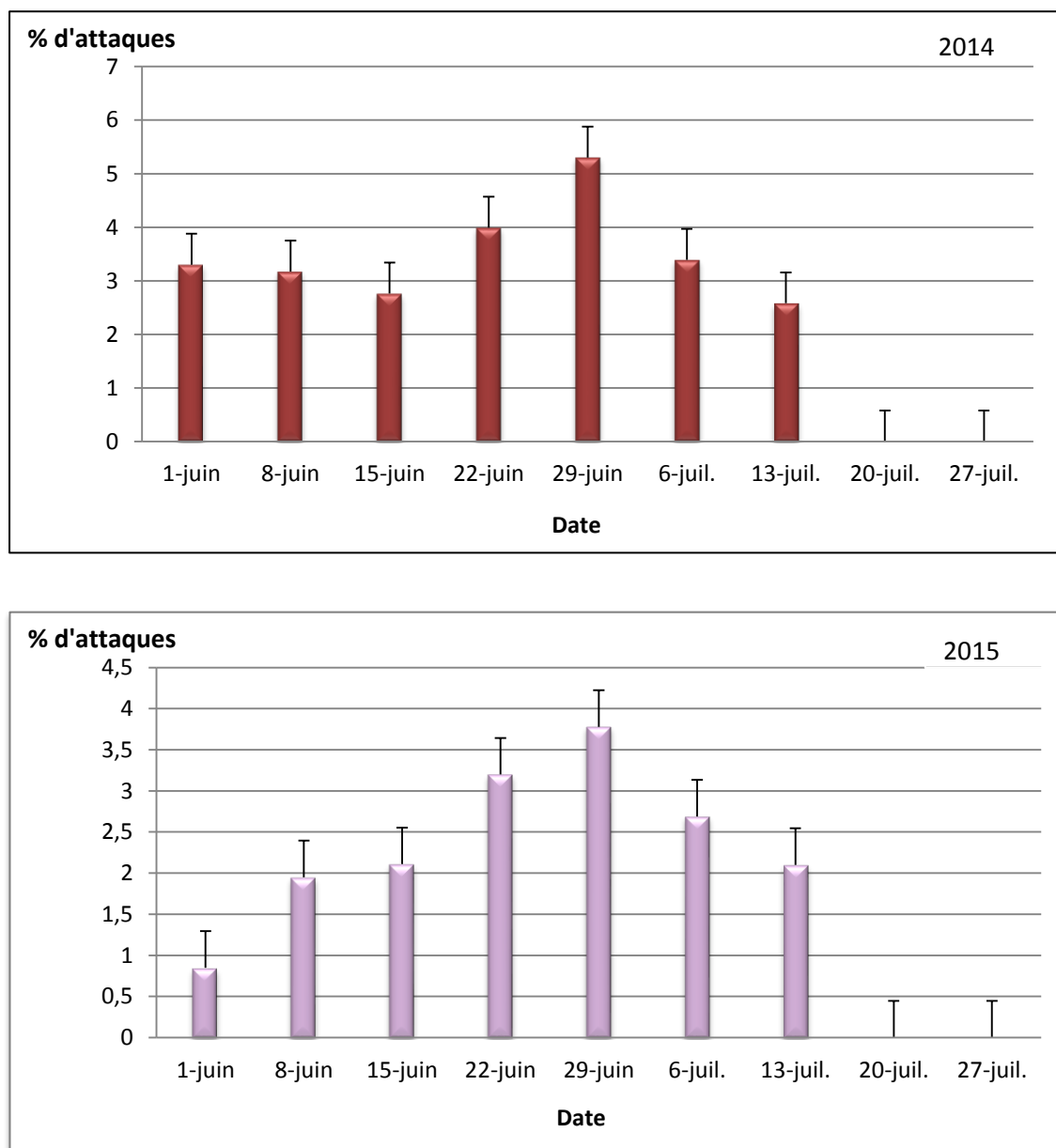


Figure 36 : Pourcentage des fruits tombés au sol attaqués par le carpocapse dans la région Draa Ben Khedda : variété Dorset golden.

L'analyse de la variance à deux critères de classification a révélé des différences très hautement significatives pour le facteur variété ($p=0.001$), et des différences non significatives pour le facteur année ($p=0,47$). Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir trois groupes

homogènes : A, B et C caractérisé respectivement par les variétés Red delicious, Golden delicious pour les groupes A et B et les variétés Anna (Sidi Naâmane), Anna (Draa ben Khedda) et Dorset golden pour le groupe C (Tab 4 Annexes).

5. Discussion et conclusion

Les courbes de vols des adultes du carpocapse *C.pomonella* sont le résultat des captures des mâles par l'emploi des pièges sexuels en utilisant un diffuseur de phéromone spécifique (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol au niveau des 5 parcelles d'étude durant les deux années 2014 et 2015.

Au niveau du verger de Sidi Naâmane, les périodes d'activité du carpocapse, révèlent l'existence de trois périodes de vol durant six mois, allant du mois d'avril jusqu'au mois de septembre au niveau des trois parcelles et durant les deux années d'étude.

Dans la parcelle de variété Anna, le premier vol s'étend de la mi-avril correspondant à la période de nouaison des fruits du pommier jusqu'à la fin mai période de fructification, le deuxième vol débute du mois de juin jusqu'à la fin juillet période de maturation des fruits et le troisième vol se produit à partir de fin juillet et se termine vers la fin du mois de septembre.

Au niveau de la parcelle de variété Golden delicious, le premier vol s'étend de la mi-avril période de floraison jusqu'au début du mois de mai début de nouaison, le deuxième vol débute du mois de juin jusqu'à la fin du mois de juillet durant la période de fructification et le troisième vol se produit à partir du début de mois d'août (période de maturation) et se termine vers la fin du mois de septembre correspondant à la période de récolte.

Pour la variété Red delicious, le premier vol s'étend de la mi-avril jusqu'à la mi-mai période de floraison, le deuxième vol débute de la fin mai période de nouaison jusqu'à la fin juillet période de fructification et le troisième vol se produit du début Août (période de maturation) et se termine vers la fin du mois de septembre (période de récolte).

Au niveau du verger de Draa Ben Khedda, les périodes d'activité du carpocapse, révèlent l'existence de deux périodes de vol durant trois mois allant d'avril jusqu'à Juin au niveau des deux parcelles durant les deux années d'études.

Au niveau de la parcelle de variété Anna, le premier vol s'étend de la mi-avril période de nouaison jusqu'à la fin avril, le deuxième débute de la mi-mai période de fructification et se termine vers la fin du mois de juin période de maturation et de récolte des fruits.

Dans la parcelle de variété Dorset golden, le premier vol s'étend de la mi-avril période de nouaison jusqu'à la mi-mai, le deuxième débute de la mi-mai période de fructification et se termine vers la fin du mois de juin correspondant à la période de maturation et de récolte des fruits.

D'après Audemard (1979), le niveau des captures du carpocapse dans les pièges à phéromones varie en fonction de nombreux facteurs qui sont relatifs à la population (les conditions de piégeage, les caractéristiques de l'agro-écosystème et les conditions climatiques ainsi que les caractéristiques variétales des plantes hôtes).

Nos résultats expriment la différence des courbes de vols de *C.pomonella* entre les différents vergers étudiés. Trois périodes de vols sont signalées au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane, ceux-ci peut être expliqué par la présence de variétés tardives sur lesquelles le carpocapse suit la phénologie du pommier, ainsi que l'orientation du verger vers le versant sud de l'Oued Sébaou étant plus exposé aux rayons du soleil. Par ailleurs, au niveau des parcelles du verger de Draa Ben Khedda deux courbes de vols sont observées, sur les deux variétés étudiées présentant une fructification précoce orientée vers le versant nord de l'Oued Sébaou.

L'utilisation des pièges à phéromone sexuel permet de donner de bonnes indications sur le moment d'apparition des papillons et l'importance des populations du déprédateur, ce qui peut contribuer à la prévision du risque d'attaque dans le cadre de la lutte chimique raisonnée en verger de pommier.

Le suivi de l'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *C.pomonella* sur les feuilles de pommiers au niveau des cinq variétés étudiées indique la période d'activité de ponte du carpocapse. Les résultats obtenus montrent que ce micro-lépidoptère présente un comportement d'oviposition en fonction de la variété considérée.

Trois pics sont notés pour la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane), le premier pic s'étend du début avril jusqu'au début mai, le deuxième pic débute du mois de juin jusqu'au début juillet et le troisième pic se produit à partir de la fin juillet et se termine vers la fin du mois d'août.

Au niveau de la parcelle de variété Golden delicious, trois pics sont rapportés dont le premier s'étend de la mi-avril jusqu'au début mai, le deuxième pic débute de la mi-juin jusqu'à la mi-juillet et le troisième pic se produit de la fin juillet et se termine vers la fin du mois d'août.

Nous rapportons trois pics enregistrés au niveau de la parcelle de variété Red delicious, le premier pic s'étend de la mi-avril jusqu'à la mi-mai, le deuxième pic débute de la fin mai jusqu'au début juin et le troisième pic se produit à partir de la fin juillet et se termine vers le mois de septembre.

Au niveau de la parcelle de variété Anna (DBK), seulement deux pics sont signalés, le premier pic s'étend de la mi-avril jusqu'au début mai, le deuxième pic débute de la fin mai et se termine vers la fin du mois de juin.

Au niveau de la parcelle de variété Dorset golden, deux pics sont signalés, le premier pic s'étend de la mi-avril jusqu'au début mai, le deuxième pic débute la fin du mois de mai et se termine vers la fin du mois de juin.

Dans la région d'étude, le carpocapse *C. pomonella* est trivoltin c'est-à-dire que ce ravageur présente trois générations par an. Selon Hmimina (2007), le nombre de générations change en fonction de l'altitude; il diminue quand celle-ci augmente, ceci peut être en relation avec la température qui selon Seltzer (1946) la température minimale et maximale diminue respectivement de 0,4°C et 0,7°C chaque 100 mètre d'altitude.

Les résultats obtenus confirment les périodes de vols des adultes mâles du carpocapse sur pommier en tenant compte du facteur environnemental, climatique et variétale, ce qui indique la présence de trois générations par an au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane et deux générations par an au niveau du verger de Draa Ben Khedda.

Nos résultats corroborent ceux de Kherraf (1991), Razi (1997), Belkadi et Hamli (1998), ceux disponibles dans la SRPV de Aïn-touta pour les années 2004, 2005 et 2006 et Chafaa (2008), qui ont révélé l'existence de trois générations par année, avec une activité de vol étalée entre le début du mois d'Avril et la fin du mois de septembre voir début octobre. En Tunisie, Gabtini (1995) signale 3 à 4 générations par an.

En France, Ramade (1984) et Toubon (2008) ont constaté qu'il y'a une évolution des populations de carpocapse et une orientation vers une troisième génération viable dans le Sud et une deuxième génération dans le Nord. Par ailleurs, Mansour et Mohamed (2000) ont utilisé en Syrie les pièges sexuels comme moyen de lutte contre *C.pomonella* ce qui a réduit le nombre d'interventions de 6 à 2 pour les pesticides.

Soltani et *al.* (1986) rapportent que l'activité de vol de ce ravageur est enregistrées au début du mois d'avril, c'est le cas à Boufarik et Aïn-touta où les adultes apparaissent presque à la même période, mais un décalage d'apparition des adultes d'une à deux semaines a été enregistrée en 2014 et 2015 dans la région de Tizi-Ouzou.

Chafaa (2008) rapporte que le nombre de générations reste identique (trois générations) avec les changements climatiques de l'année après avoir effectué un suivi de quatre années successives à Aïn-touta.

L'arrêt des vols vers le début d'automne a été remarqué pour toute les régions d'étude, il varie sensiblement d'une région à l'autre et coïncide généralement avec la récolte des fruits et avec la période de diapause des chenilles du dernier vol. Ainsi l'apparition de la première génération se produit à des dates variables selon la rupture de la diapause et de la durée de développement des chrysalides qui dépendent des conditions climatiques.

Selon Wildbolz (1958), Coutin (1960) et Jackson (1979), les femelles de carpocapse déposent leurs œufs sur les feuilles au voisinage des fruits en liaison avec l'odeur spécifique émise par les pommes et des stimuli physiques (trichomes) ; les pontes seraient donc étroitement liées à la présence des pommes sur l'arbre, pommes qui dégageraient des odeurs qui attirent les carpocapses et stimulent leur ponte près de ces fruits.

Les observations des dégâts occasionnés par le micro-lépidoptère *C.pomonella* sur fruits sur arbres ont commencé au début du mois juin après l'apparition des premières perforations des fruits durant la période de grossissement, au niveau des cinq parcelles d'étude. Le control visuel est une mesure préventive pour vérifier les pontes, les éclosions et les attaques du carpocapse.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 2,44% en 2014 et 1,7% en 2015 dans la parcelle de variété Anna.

Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 4,94% en 2014 et 4,48% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 5,66% en 2014 et 5,23% en 2015 due aux larves de troisième génération.

Les attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 0,9% en 2014 et 2,33% en 2015 dans la parcelle de variété Golden delicious durant les premiers contrôles. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 10,44% en 2014 et 14,07% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 17,25% en 2014 et 19,06% en 2015, ces dommages sont due aux larves de la troisième génération.

Les chenilles de la première génération n'ont pas causés de dégâts significatifs au niveau de la parcelle non traité de variété Red delicious. Les chenilles de la deuxième génération marquent d'importants dommages avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 13,75% en 2014 et 12,60% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 45,62% en 2014 et 46,2% en 2015, ces dommages sont due aux larves de la troisième génération.

L'ampleur des dégâts occasionnés par les populations de *C.pomonella* au niveau de la variété Red delicious peut être expliquée par l'absence de traitements phytosanitaires.

Nous avons enregistré des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits dans le verger de Draa Ben Khedda sur les deux parcelles d'étude, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,25% en 2014 et 1,31% en 2015 dans la parcelle de variété Anna. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,59% en 2014 et 4,31% en 2015.

Les dégâts occasionnés au niveau de la parcelle de variété Dorset golden atteignent une fréquence moyenne égale à 1,7% en 2014 et 2,1% en 2015 durant les premiers contrôles. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 4,6% en 2014 et 4,97% en 2015.

D'après Simon et *al.* (1994), un échantillon de 1000 fruits est observés sur 50 arbres (20 fruits /arbre), Ce control permet de déceler le début des activités larvaires et d'estimer le risque à court terme. Si les pertes sont supérieures à 4% ou comprises entre 1 et 4 % mais réparties sur l'ensemble de la parcelle, la pose de bandes pièges est recommandée sur tous les arbres de la parcelle (Roubal et *al.*, 2004). Plusieurs facteurs peuvent être responsable de cette augmentation d'attaques, notamment l'emploi de produits moins efficaces, les températures inhabituelles pour la saison, le moment de traitements, les faible doses d'insecticides conventionnels ainsi que l'apparition de la résistance aux pesticides (Cartier, 2006).

Chafaa (2008) note les dommages perpétrés par *C.pomonella* dans la région d'Ain-Touta, les dégâts occasionnés par les chenilles de la première génération sont de l'ordre de 4% sur la variété Starkrimson (non traité) et 2% sur la variété Golden delicious. Les attaques causés par les chenilles de deuxième génération augmentent et atteignent 6% sur la variété Starkrimson, et 7% sur la variété golden delicious. Les larves de la troisième génération sont considérables et atteignent 45% sur la variété Starkrimson et 26% sur la variété Golden delicious. La parcelle de variété Starkrimson étant plus sensible aux dommages générés par le ravageur compte tenue de l'absence d'intervention par les traitements chimiques.

Belkadi et Hamli (1998) rapportent les dégâts du carpocapse *C.pomonella* sur pommier dans la région d'Aïn-Touta, ceux-ci varient de 15% à 95% sur la variété écologique non soumise au traitement chimique (Starkrimson).

Les observations des dégâts causés par les larves du carpocapse *C.pomonella* sur fruits tombés au sol ont commencé le premier juin au niveau des cinq parcelles d'études.

Nous avons enregistré des chutes de fruits dès les premiers contrôles avec perforations par les chenilles au niveau des parcelles du verger de Sidi Naâmane, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,3% en 2014 et 0,81% en 2015 dans la parcelle de variété Anna. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,1% en 2014 et 2,92% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 6,7% en 2014 et 5,5% en 2015 due aux larves de troisième génération.

Nous avons relevé des attaques dès les premiers contrôles avec perforations des fruits par les chenilles, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 0,7% en 2014 et 1,21% en 2015 dans la parcelle de variété Golden delicious. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 6,72% en 2014 et 3,10% en 2015. Ces attaques s'intensifient avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 16,87% en 2014 et 16,07% en 2015 due aux larves de troisième génération. Les dommages sur les récoltes sont considérables compte tenu de la pullulation du ravageur.

Les chenilles de la première génération n'ont pas causé de dégâts significatifs au niveau de la parcelle non traité de variété Red delicious. Nous avons enregistré des attaques causés par les chenilles de la deuxième génération avec perforations des fruits, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 7,51% en 2014 et 10,3% en 2015. Ces attaques s'intensifient

avec le temps et atteignent une fréquence moyenne égale à 44,37% en 2014 et 42,9% en 2015, occasionnées par les larves de la troisième génération. Les pertes perpétrées par *C.pomonella* dans la parcelle d'étude s'explique par l'absence de traitement phytosanitaire. A partir de ces résultats nous remarquons que les dommages occasionnés par la 2^{ème} et la 3^{ème} génération sont considérables. Nous signalons que dans les conditions normales d'un verger de pommier, les fruits peuvent tomber pour différentes causes (aléas climatiques, culturales, attaques du carpocapse...etc.).

Nous avons constaté des chutes des fruits dès les premiers contrôles avec perforations dans le verger de Draa Ben Khedda sur les deux parcelles d'étude, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 1,02% en 2014 et 1,73% en 2015 dans la parcelle de variété Anna. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération sont plus importantes et ont atteint des taux moyens de 3,66% en 2014 et 3,88% en 2015.

Nous avons relevé des chutes des fruits avec perforations dans la parcelle de variété Dorset golden, ces attaques atteignent une fréquence moyenne égale à 3,3% en 2014 et 0,85% en 2015. Les pertes dues aux larves de la deuxième génération s'accroissent et atteignent des taux moyens de 5,3% en 2014 et 3,78% en 2015.

La plupart des fruits attaqués par les chenilles de la troisième génération tombent au sol, ce qui explique, l'ampleur des attaques durant les derniers contrôles. Vu que le pourcentage d'attaque augmente suivant le temps et avec le nombre de générations, nous proposons aux arboriculteurs d'effectuer un ramassage des fruits tombés au sol pour diminuer le taux d'attaque ; par ailleurs il faut aussi considérer l'élimination des mauvaises herbes, et effectuer des labours pour empêcher les larves du carpocapse de se nymphoser.

Solymar (2004), a enregistré d'importants dégâts sur fruits tombés dans la région du Québec (Canada), dans des vergers de pommiers non traités, où la perte était de l'ordre de 60%. En Algérie, Belkadi et Hamli en 1998 notent les dégâts causés par le carpocapse *C.pomonella* sur fruits tombés au sol pour la région de Aïn-touta, ceux-ci varient entre 55 à 93%.

Chafaa (2008) a évalué les dégâts occasionnés par ce ravageur à une fréquence de l'ordre de 33,5% à 36,4% sur la variété Golden delicious, ces dommages sont plus significatifs sur la parcelle écologique Starkrimson où les pertes causées par les chenilles de 2^{ème} et 3^{ème} génération atteignent 77,9% à 82,7% dans la région de Ain-Touta.

Chapitre III

*Inventaire qualitatif et
quantitatif des
arthropodes du pommier*

1. Introduction

Les milieux cultivés fournissent l'habitat et les diverses ressources alimentaires nécessaires pour les arthropodes prédateurs et parasites, ainsi que les pathogènes microbiens qui agissent comme des ennemis naturels des ravageurs agricoles et constituent des moyens de lutte biologique dans les écosystèmes agricoles.

La préservation de la biodiversité représente un enjeu écologique incontestable dans le fonctionnement des agroécosystèmes, mais aussi économique pour la société (Tscharntke et *al.*, 2005). La pollinisation est un autre service écosystémique important fourni par la biodiversité. Klein et *al.* (2007) ont estimé que 75% des espèces végétales d'importance mondiale pour la production alimentaire dépendent de la pollinisation animale, principalement par les insectes. Par ailleurs, la microfaune du sol assurant la structure et la fertilité des sols fournit des services écosystémiques essentiels aux agroécosystèmes.

Dans ce contexte, nous avons réalisé un inventaire de la faune arthropodologique associée à la culture du pommier dans la région de Tizi-Ouzou (Kabylie), dans le but d'améliorer nos connaissances concernant la biodiversité des arthropodes et leur classification suivant les différents régimes trophiques.

2. Matériels et méthodes

Les vergers d'études représentent des milieux appropriés et d'extraordinaires écosystèmes dont les fonctions biologiques réunissant des conditions écologiques propices pour l'installation et la multiplication de divers arthropodes. Ainsi, diverses méthodes d'échantillonnage (de capture et de chasse) ont été abordées au niveau des cinq parcelles dans les régions de Sidi Naâmane et de Draa Ben Khedda à partir du mois de Janvier 2014 jusqu'au mois de Décembre 2015.

D'après Ramade (2003), les différentes méthodes d'échantillonnage dépendent du milieu auquel la population étudiée est associées, le piège doit rendre compte de la proportion relative des diverses espèces, genres ou familles (Roth, 1963).

2.1. Sur le terrain

Nous avons opté pour l'utilisation de quatre méthodes de capture, deux méthodes de chasse et deux méthodes de piégeage (Fig. 38) à savoir le filet à papillon et le filet fauchoir ; les pots Barber ou piège terrestres ainsi que les pièges jaune aériens, à raison d'une sortie par semaine.

2.1.1. Filet à papillon

Le filet à papillon est constitué d'une monture en acier de forme circulaire fixé à un manche en bois, La poche du filet est constituée d'un tissu souple et léger, tel que le tulle, ou la mousseline, et doit avoir la forme d'un cône arrondi au bout. Il faut préciser que la poche doit être profonde de deux à deux fois et demi le diamètre du cercle de façon à ce que chaque coup du filet, la poche puisse se replier sur elle même pour emprisonner les insectes qui y pénètrent. Le filet à papillon nous permet de capturer des insectes repérés soit en vol, soit au repos sur la végétation.

2.1.2. Filet fauchoir

Le filet fauchoir comporte une poche solide profonde, enfilés sur un cercle robuste, le manche est du modèle « costaud », en aluminium ou en bois permettant de capturer les insectes au vol ou au sol pour avoir une idée sur les espèces existants dans un milieu donné (Benkhelil, 1992). On utilise ce filet de façon perpendiculaire au sol tout en le maintenant par des mouvements de va et viens, les manœuvres sont rapides et violentes afin que les insectes pris par le choc tombent dans la poche ; 10 coups de filet fauchoir correspondent à un seul échantillon, l'usage de cet outil doit être fait par la même personne et de la même façon (Lamotte et Bourliere, 1969).

La méthode du fauchage dans la végétation est une chasse dite au hasard, elle a pour but de déloger les insectes des végétaux (Benkhelil, 1992). L'emploi du filet fauchoir est peu coûteux car il nécessite tout au plus qu'un m² de tissu fort de type drap et un manche en bois. La technique de son maniement est facile et permet aisément la capture des insectes aussi bien ailés au vol que ceux posés sur la végétation basse, les buissons, et les insectes qui se trouvent au sol (Benkhelil, 1992).

2.1.3. Pièges trappes ou pots Barber

Neuf pots sont placés au niveau de chaque parcelle, ces pots consiste en de simples récipients en plastique, de profondeur d'environ 10cm, ceux-ci sont enterrées au pied des arbres, verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve à ras du sol, la terre étant tassée autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces. Les pièges sont remplis au 2/3 de leur capacité d'eau additionnée de liquide de conservation.

L'emploi des pots Barber permet de capturer des espèces diurnes et nocturnes qui fréquentent le sol. Le détergent sert de mouillant, il dissous la couche lipidique de l'épicuticule provoquant la mort des arthropodes par noyade, ainsi il empêche les individus capturés de ressortir du piège.

La visite hebdomadaire permet de remplacer l'eau contenue dans les pots Barber perdue par évaporation à cause de la chaleur trop élevée en été. Aussi, d'éviter la perte du contenu débordant vers l'extérieur (les arthropodes capturés auparavant) par l'excès d'eau en cas de forte pluie qui peut inonder les bassines (Baziz, 2002).

2.1.4. Pièges colorés

Les pièges colorés sont des récipients en matière plastique, de couleur jaune, remplis à 3/4 de leur contenu d'eau additionnée de produit de conservation. Nous avons utilisé dans chaque parcelle 9 pièges de couleur jaune, de 15 centimètre de diamètre et de 15 centimètre de profondeur, placés à une hauteur de 1,5 mètre et fixé avec du fil de fer aux branches des arbres.

Ces pièges colorés ont une double attractivité d'une part, due à leur teint et d'autre part à la présence de l'eau (Roth, 1963). Cette méthode permet de capturer des insectes purement hygrophiles pour lesquels les radiations jaunes sont particulièrement attractives, elle est facile à employer et est de moindre coût financier.

2.2. Méthodes de travail au laboratoire

Après chaque sortie et selon les différentes méthodes de captures utilisés, les échantillons obtenus sont mis dans des boîtes de Pétri, portant des étiquettes sur lesquelles sont indiqués la date de la sortie et le piège concerné.

2.2.1. Tri

Les échantillons récoltés sur le terrain sont triés au laboratoire en séparant les arthropodes des autres embranchements (annélides, myriapodes), ensuite nous avons procédé au tri des individus suivant leurs ordres, familles pour arriver à l'espèce quand cela est possible.

2.2.2. Comptage

Après le comptage des individus, les insectes de petite taille sont conservés dans des flacons contenant de l'alcool dilué à 70% avec les renseignements suivant : la date, l'ordre, la famille, le type de piège et le nombre d'individus suivant la parcelle étudiée.

Les mêmes indications sont mentionnées sur des boîtes de Pétri dans lesquelles les individus de taille moyenne à grande sont séchés, fixés et étalés pour les préparer par la suite à l'identification.



Figure 37: les différentes méthodes de capture employées (Originale, 2015).

- a : Bacs jaunes en plastique servant de piège aérien.
- b : Pots Barber enterrés dans le sol.
- c : Filet fauchoir.
- d : Filet à papillons.

2.2.3. Identification

L'identification des individus d'arthropodes recensés est réalisé grâce aux différentes clés de détermination que nous avons employé (Perrier, 1927, 1932, 1961) ; (Piham, 1986) ; (Delvare et Aberlenic, 1989) ; (Chinery, 1988) ; (Seguy, 1923, 1924), les résultats sont confirmés par le docteur Merniche Faiza de l'école vétérinaire d'El Alia à Alger et par monsieur Arnaud du musée des confluences à Lyon en France.

2.2.4. Régime alimentaire

Après identification les espèces d'arthropodes capturées par les différentes méthodes d'échantillonnage, leurs régimes trophiques sont déterminés après recherche bibliographique.

3. Exploitation des résultats obtenus par l'échantillonnage des arthropodes

Afin d'exploiter les résultats relatifs aux espèces inventoriées, nous avons utilisé la qualité d'échantillonnage et des indices écologiques de composition et de structure.

3.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage est représentée par le rapport a/N (Blondel, 1975). Lorsque N est suffisamment grand, ce quotient tend généralement vers zéro. Dans ce cas, plus a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est bonne (Blondel, 1979 ; Ramade, 1984).

$$Q = a/N$$

a : Désigne le nombre des espèces de fréquence 1, c'est-à-dire vues une seule fois dans un relevé au cours de toute la période considérée.

N : Nombre total des relevés.

3.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Pour notre étude, les indices écologiques notamment, les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure ont été utilisés pour l'exploitation des résultats de l'inventaire global obtenus au cours de la période d'étude.

3.2.1. Indices écologiques de composition appliquée aux arthropodes échantillonnés dans le milieu étudié

Les résultats qui sont obtenus grâce au recensement des arthropodes sont analysés par les indices écologiques de composition qui sont les suivants : la richesse totale (S) et les abondances relatives (fréquence centésimale) ($AR\%$).

3.2.1.1. Richesse spécifique totale

D'après Ramade (2003), la richesse totale représente en définitif un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement ; la richesse totale est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné.

3.2.1.2. Abondance relative (fréquence centésimale)

D'après Dajoz (1971) l'abondance relative est le nombre des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N (toutes les espèces confondues). L'abondance relative (AR) est exprimée comme suit :

$$AR = n_i (100) / N$$

n_i = Nombre d'individus d'une espèce.

N = Nombre total des individus (toutes espèces confondues).

3.2.2. Indices écologiques de structure appliquée à la faune capturée dans le milieu d'étude

Ces indices comprennent, l'indice de diversité Shannon-Weaver, et l'indice d'équitabilité.

3.2.2.1. Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté (Ramade, 2003). L'idée de base de cet indice est d'apporter à partir de capture d'un individu au sein d'un échantillon pour plus d'information quand sa probabilité d'occurrence est faible.

Il est donné par la formule suivante :

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

H' : L'indice de diversité exprimé en unités bits.

q_i : La probabilité de rencontrer l'espèce i .

Cette dernière est calculée par la formule suivante : $q_i = n_i / N$

n_i : Nombre des individus de l'espèce i .

N : Nombre totale de toutes les espèces confondues.

La diversité maximale est représentée par $H'_{\max}$; elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement. Elle est donnée par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

S : Est le nombre total des espèces trouvées lors de N relevés.

3.2.2.2. Indice d'équitabilité

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée (H') à la diversité théorique maximale ($H'_{\max}$) (Barbault, 1981).

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

$H'_{\text{observé}}$: diversité observée.

$H'_{\max}$: diversité maximale exprimée en fonction de la richesse spécifique.

La valeur de l'Équitabilité obtenue varie entre 0 et 1 ; si E tend vers 0 la quasi-totalité des effectifs correspondent à une seule espèce d'un peuplement et s'il tend vers 1, chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (Ramade, 2003).

4. Analyse statistique

Les résultats obtenus de l'inventaire arthropodologique au niveau des cinq parcelles étudiées, sont soumis à une analyse de la variance à plusieurs critères au seuil $P=5\%$, en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4. Lorsque la probabilité (P) est :

$P > 0.05$: les variables ne montrent aucune différence significative.

$P < 0.05$: les variables montrent une différence significative.

$P < 0.01$: les variables montrent une différence hautement significative.

$P < 0.001$: les variables montrent une différence très hautement significative.

Lorsque cette analyse révèle des différents significatifs, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, qui permet de déterminer les groupes homogènes.

5. Résultats

Les espèces d'arthropodes inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours de deux années 2014 et 2015 (du mois de Janvier 2014 au mois de Décembre 2015), sur culture de pommier au niveau des parcelles de quatre variétés (Anna, Golden delicious Red delicious et Dorset golden) dans les régions de Draa Ben Khedda et de Sidi Naâmane.

Durant cette période d'échantillonnage nous avons capturé 359 espèces appartenant à 4 classes d'arthropodes (Crustacés, Arachnides, Collembolés et insectes) comme le montre la figure 38.

Les résultats obtenus montrent que la classe la mieux représentée est celle des insectes avec une fréquence centésimal de 95,78%, suivi par la classe des arachnides avec une fréquence centésimal de 3,11%. Les collembolés et les crustacés sont faiblement représentés avec une fréquence centésimal égale à 1% et 0,11% respectivement.

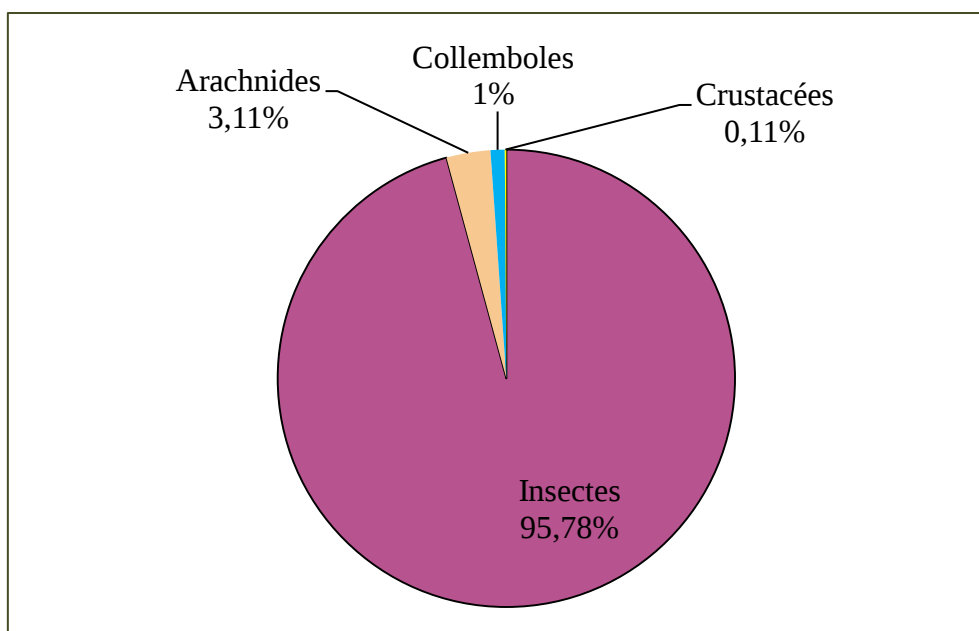


Figure 38 : Fréquences centésimale des classes d'arthropodes recensés au niveau des parcelles d'études.

Les résultats de l'inventaire des arthropodes récoltés par les quatre méthodes d'échantillonnage montrent l'existence de 359 espèces réparties en 131 familles, appartenant à 13 ordres et 4 classes (Tab.7). Les résultats enregistrés sont évalués par la qualité d'échantillonnage, puis exploités par les indices écologiques de composition et de structure.

Tableau 7 : Tableau général représentatif des espèces capturées par les différentes techniques d'échantillonnages au niveau des 5 parcelles d'études.

Classes	Ordres	Familles	Espèces
Arachnida	Araignea	Lycosidae	<i>Lycosa narbonensis</i>
			<i>Pardosa sp.ind</i>
			<i>Lycosidae sp.ind</i>
		Araneidae	<i>Araniella sp.ind</i>
		Gnaphosidae	<i>Gnaphosidae sp.ind</i>
		Philodromidae	<i>Tibellus sp.ind</i>
		Pisauridae	<i>Pisaura mirabilis</i>
		Oxyopidae	<i>Oxyopidae sp.ind</i>
		Desderidae	<i>Desdera crocata</i>
		Salticidae	<i>Salcticidae sp.ind</i>
		Opilionidae	<i>Phalangium opilio</i>
			<i>Phalangida sp.ind</i>
		Thomisidae	<i>Thomisus sp.ind</i>

Collembola			<i>Thomisidae</i> sp.ind
			<i>Synaema globosum</i>
			<i>Thrombodidae</i> sp.ind
			<i>Entomobrya nivalis</i>
			<i>Orchesella cincta</i>
			<i>Tomocereus</i> sp.ind
			<i>Isotomidae</i> sp.ind
			<i>Sminthurus viridis</i>
			<i>Glomeris</i> sp.ind
			<i>Armadillidium vulgare</i>
Crustacea	Symphypleona	Sminthuridae	<i>Sminthurus viridis</i>
			<i>Glomeris</i> sp.ind
Insecta	Isopoda	Glomeridae	<i>Glomeris</i> sp.ind
			<i>Armadillidium vulgare</i>
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula lateralis</i>
			<i>Tipula maxima</i>
			<i>Tipula oleacera</i>
			<i>Tipula</i> sp.ind
			<i>Tipulidae</i> sp.ind
			<i>Nephrotoma appendiculata</i>
		Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i>
			<i>Syrphus ribesii</i>
			<i>Melanostoma mellinum</i>
			<i>Melanostoma scalarae</i>
			<i>Chrysogaster solstitialis</i>
			<i>Eristalis tenax</i>
		Calliphoridae	<i>Lucilia cesar</i>
			<i>Calliphora vomitoria</i>
			<i>Calliphora vicina</i>
			<i>Pollenia rudis</i>
			<i>Cyclorrapha</i> sp.ind
		Ceratopogonidae	<i>Culicoides albicans</i>
			<i>Culicoides absoletus</i>
		Psychodidae	<i>Psychoda phalanoides</i>
			<i>Psychoda alternata</i>
			<i>Psychodidae</i> sp.ind
			<i>Phlebotominae</i> sp.ind
			<i>Pericoma fuliginosa</i>
		Ephydridae	<i>Notiphila annulipes</i>
		Tachinidae	<i>Tachinidae</i> sp.ind
		Lauxanidae	<i>Sapromyza fasciata</i>
			<i>Lauxanidae</i> sp.ind
		Chironomidae	<i>Chironomus plumosus</i>

			<i>Chironomidae</i> sp.ind
		Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>
			<i>Cecidomyiidae</i> sp.ind
		Mydidae	<i>Mydas clavatus</i>
		Muscidae	<i>Muscidae</i> sp.ind
			<i>Polietes lardarius</i>
			<i>Graphomyia maculata</i>
		Empididae	<i>Empis grisea</i>
			<i>Empis</i> sp.ind
			<i>Empididae</i> sp.ind
			<i>Hilara</i> sp.ind
		Limonidae	<i>Limonidae</i> sp.ind
		Culicidae	<i>Culiseta longiareolata</i>
			<i>Culiseta annulata</i>
			<i>Culicidae</i> sp.
			<i>Culex pipiens</i>
			<i>Culex</i> sp.ind
			<i>Anopheles</i> sp.ind
			<i>Aedes</i> sp.ind
		Simulidae	<i>Simulium equinum</i>
			<i>Simulium</i> sp.ind
		Sciaridae	<i>Sciara thomae</i>
			<i>Sciara maura</i>
			<i>Sciara</i> sp.ind
			<i>Zygoneura</i> sp.ind
		Fannidae	<i>Fannia</i> sp.ind
		Stratiomyidae	<i>Chloromyia formosa</i>
			<i>Chorisops</i> sp.ind
			<i>Sargus splendens</i>
			<i>Sargus</i> sp.ind
		Tabanidae	<i>Tabanus sudeticus</i>
		Sepsidae	<i>Sepsis fulgens</i>
			<i>Sepsis cinipsea</i>
		Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>
			<i>Euleia</i> sp.ind
		Anthomyiidae	<i>Anthomyiidae</i> sp.ind
		Sarcophagidae	<i>Sarcophaga carnaria</i>
		Keroplastidae	<i>Macrocera</i> sp.ind
	Hymenoptera	Halictidae	<i>Halictus quadricinctus</i>

			<i>Halictus scabiosae</i>
			<i>Halictus rubicundus</i>
			<i>Halictus</i> sp.ind
			<i>Lasioglossum calceatum</i>
			<i>Halictidae</i> sp.ind
		Ichneumonidae	<i>Ophion lutes</i>
			<i>Amblyteles arnatorius</i>
			<i>Dyplazon</i> sp.ind
			<i>Gasteruption jaculator</i>
			<i>Netelia testaceus</i>
			<i>Netelia</i> sp.ind
			Ichneumonidae sp.ind
			<i>Tryphoninae</i> sp.ind
		Andrenidae	<i>Andrena fulvago</i>
			<i>Andrena</i> sp.ind
			<i>Andrena labiata</i>
			<i>Andrenidae</i> sp.ind
			<i>Panurgus calcaratus</i>
			<i>Panurgus</i> sp.ind
		Colletidae	<i>Hylaeus meridionalis</i>
			<i>Hylaeus bipunctatus</i>
			<i>Colletes succintus</i>
		Formicidae	<i>Plagiolepis</i> sp.ind
			<i>Tetramorium</i> sp.ind
			<i>Cataglyphis bicolor</i>
			<i>Cataglyphis viaticus</i>
			<i>Componotus lateralis</i>
			<i>Tapinoma negerrimum</i>
			<i>Aphaenogaster</i> sp.ind
			<i>Messor barbarus</i>
			<i>Messor structor</i>
			<i>Pheidol pallidula</i>
			<i>Crematogaster</i> sp.ind
		Sphecidae	<i>Amnophila</i> sp.ind
			<i>Sceliphron destillatorium</i>
		Chrysidae	<i>Chrysis ignita</i>
		Mutillidae	<i>Mutillidae</i> sp.ind
		Scoliidae	<i>Dasyscolia ciliata</i>
			<i>Scolia flavicornis</i>

			<i>Scolia</i> sp.ind
			<i>Colpa quinquecinta</i>
		Emeridae	<i>Emeridae</i> sp.ind
		Vespidae	<i>Vespula vulgaris</i>
			<i>Vespula germanica</i>
			<i>Polistes gallicus</i>
		Megachilidae	<i>Osmia cornuta</i>
			<i>Megachile fertoni</i>
			<i>Megachile centuncularis</i>
		Apidae	<i>Bombus terrestris</i>
			<i>Apis mellifera</i>
			<i>Eucera longicornis</i>
			<i>Eucera panonica</i>
			<i>Nomada fulvicornis</i>
			<i>Nomada</i> sp.ind
		Crabronidae	<i>Crabronidae</i> sp.ind
		Eupelmidae	<i>Eupelmidae</i> sp.ind
			<i>Eupelmus</i> sp.ind
			<i>Coruna</i> sp.ind
			<i>Coruna clavata</i>
		Pteromalidae	<i>Pteromalidae</i> sp.ind
			<i>Pteromalus puparum</i>
		Pompilidae	<i>Pompilidae</i> sp.ind
			<i>Periocnemis</i> sp.ind
			<i>Priocnemis confusor</i>
			<i>Annoplius negerrimus</i>
			<i>Cotesia</i> sp.ind
			<i>Systasis angustula</i>
		Brachonidae	<i>Brachonidae</i> sp.ind
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma daumalae</i>
		Tenthredinidae	<i>Tenthredo marginella</i>
			<i>Tenthredo atra</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hispa algerica</i>
			<i>Thea vigintiduopunctata</i>
			<i>Coccinella algerica</i>
			<i>Coccinella quatuordecimpunctata</i>
			<i>Coccinella sedecimguttata</i>
			<i>Hyppodamia variegata</i>
			<i>Psyllobora</i> sp.ind

			<i>Adalia bipunctata</i>
			<i>Scymnus frontalis</i>
			<i>Harmonia axyridis</i>
			<i>Halyzia sedecimguttata</i>
			<i>Chilocorus bipustulatus</i>
			<i>Chilocorus renipustulatus</i>
			<i>Thyttaspis sedecimpunctata</i>
		Curculionidae	<i>Otiorynchus</i> sp.ind
			<i>phyllobius</i> sp.ind
			<i>Sitona</i> sp.ind
			<i>Sitona lineatus</i>
			<i>Lixus</i> sp.ind
			<i>Cleonini</i> sp.ind
		Apionidae	<i>Apion pomonae</i>
			<i>Apion</i> sp.ind
		Aphodidae	<i>Aphodius Pordromus</i>
			<i>Aphodius</i> sp.ind
		Cantharidae	<i>Cantharis livida</i>
			<i>Cantharis rufa</i>
			<i>Cantharis</i> sp.ind
			<i>Malthinus flaveolus</i>
			<i>Malthodes trifurcatus</i>
			<i>Podabrus alpinus</i>
		Oedemeridae	<i>Oedemera atrata</i>
			<i>Oedemera simplex</i>
			<i>Oedemera</i> sp.ind
			<i>Oedemera nobilis</i>
			<i>Lytta vescicatoria</i>
		Cetoniidae	<i>Oxytheria funesta</i>
			<i>Tropina squalida</i>
			<i>Netocia morio</i>
		Cerambycidae	<i>Callidium</i> sp.ind
			<i>Ropalopus ungarica</i>
			<i>Sticoleptura rubra</i>
			<i>Leptura maculata</i>
		Carabidae	<i>Macrothorax morbilus</i>
			<i>Harpalus</i> sp.ind
			<i>Siagona jenissoni</i>
			<i>Carabus auronitens</i>

			<i>Poecilus</i> sp.ind
			<i>Lesticus</i> sp.ind
			<i>Acinopus gutturosus</i>
			<i>Carabus auratus</i>
			<i>Bembidion</i> sp.ind
			<i>Harpalus paratus</i>
		Bruchidae	<i>Bruchidius</i> sp.ind
		Buprestidae	<i>Capnodis tenebriosa</i>
			<i>Anthaxia dimidiata</i>
		Mordellidae	<i>Variimorda vilosa</i>
			<i>Mordellidae</i> sp.ind
		Scarabaeidae	<i>Scarabaeus</i> sp.ind
			<i>Geotrupus</i> sp.ind
			<i>Rhizotrogus maculicollis</i>
			<i>Rhizotrogus aestivus</i>
			<i>Onthophagus</i> sp.ind
			<i>Gymnopleurus sturmi</i>
			<i>Hoplia argentinea</i>
			<i>Hoplia coerulea</i>
			<i>Hoplia</i> sp.ind
			<i>Phyllopertha hortiola</i>
			<i>Anisoplia floricola</i>
		Prionoceridae	<i>Lobonyx aeneus</i>
			<i>Lobonyx</i> sp.ind
		Chrysomelidae	<i>Cassida nebulosa</i>
			<i>Cassida vittata</i>
			<i>Clytra</i> sp.ind
			<i>Oomorphus concolor</i>
			<i>Chrysolina americana</i>
			<i>Lachnaia tristigma</i>
			<i>Alticinae</i> sp.ind
			<i>Altica</i> sp.ind
			<i>Chrysomella</i> sp.ind
			<i>Oulema melanopus</i>
			<i>Oulema</i> sp.ind
			<i>Cryptocephalus nitidus</i>
			<i>Labidostomis lusitanica</i>
			<i>Longitarsus nigripennis</i>
		Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.ind

		Cicindellidae	<i>Cicindella campestris</i>
		Staphilinidae	<i>Ocypus olens</i>
			<i>Staphilinus caesareus</i>
			<i>Philonthus marginatus</i>
		Dermestidae	<i>Dermestes</i> sp.ind
			<i>Anthrenus verbascii</i>
			<i>Anthrenus</i> sp.ind
			<i>Attagenus unicolor</i>
		Latrididae	<i>Latrididae</i> sp.ind
		Tenebrionidae	<i>Heliotaurus</i> sp.ind
		Helomyzidae	<i>Suilia variegata</i>
		Melyridae	<i>Anthocomus</i> sp
		Silphidae	<i>Silpha olivieri</i>
		Histeridae	<i>Pactolinus major</i>
			<i>Hister</i> sp.ind
		Meloidae	<i>Meloe proscarabaeus</i>
			<i>Meloe</i> sp.ind
		Elateridae	<i>Agriotes lineatus</i>
			<i>Drillus flavescens</i>
			<i>Athous</i> sp.ind
			<i>Agriotes</i> sp.ind
			<i>Elateridae</i> sp.ind
	Heteroptera	Aradidae	<i>Aradus depressus</i>
		Lygaeidae	<i>Nysius</i> sp.ind
			<i>Lygaeus saxatilis</i>
			<i>Kleidocerys resedae</i>
			<i>Lygaeidae</i> sp.ind
			<i>Drymus brunneus</i>
		Miridae	<i>Deraeocoris ruber</i>
			<i>Miridae</i> sp.ind
		Pyrrocoridae	<i>Pyrrocoris apterus</i>
			<i>Pyrrocoris</i> sp.ind
		Triatomidae	<i>Triatoma</i> sp.ind
		Cydnidae	<i>Cydnus aterrimus</i>
		Notonectidae	<i>Notonectidae</i> sp.ind
		Coreidae	<i>Coriomeris hirticornis</i>
		Reduviidae	<i>Rhinocoris</i> sp.ind
			<i>Reduvius</i> sp.ind
			<i>Rhynocoris erythropus</i>

		Pentatomidae	<i>Rhaphigaster nebulosa</i>
			<i>Dolycoris baccaum</i>
			<i>Piezodrus</i> sp.ind
			<i>Aelia</i> sp.ind
			<i>Aelia germari</i>
			<i>Graphosoma lineatum</i>
			<i>Carpocoris verbasci</i>
			<i>Palomena</i> sp.ind
			<i>Carpocoris mediterraneus</i>
			<i>Carpocoris fuscipinus</i>
			<i>Ancyrosoma</i> sp.ind
			<i>Nezara viridula</i>
	Homoptera	Scutelleridae	<i>Eurygaster testudinaria</i>
			<i>Eurygaster maura</i>
		Aphididae	<i>Aphis fabae</i>
			<i>Aphis pomi</i>
			<i>Aphis neri</i>
			<i>Aphis citricola</i>
			<i>Dysaphis plantaginea</i>
		Jassidae	<i>Jassidae</i> sp.ind
		Psyllidae	<i>Caccopsylla alaterni</i>
			<i>Caccopsylla pyri</i>
		Coccidae	<i>Icerya purchasi</i>
		Cicadidae	<i>Cicadela viridis</i>
	Odonata	Libellulidae	<i>Orthetrum coerulescens</i>
			<i>Libellula quadrimaculata</i>
			<i>Libellulidae</i> sp.ind
			<i>Sympethrum</i> sp.ind
		Gomphidae	<i>Paragomphus</i> sp.ind
			<i>Ophiogomphus</i> sp.ind
		Coenagrionidae	<i>Ceriagrion tenellum</i>
		Lestidae	<i>Lestes virens</i>
		Aeshnidae	<i>Anax imperator</i>
			<i>Aeshna cuanea</i>
			<i>Aeshna isosceles</i>
	Neuroptera	Ascalaphidae	<i>Libelloides coccajus</i>
			<i>Libelloides longicornis</i>
		Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>
		Myrmeleontidae	<i>Palpares libelloides</i>

4	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>
		Anisomabididae	<i>Euborelia moesta</i>
	Orthoptera	Acrididae	<i>Acrida ungarica</i>
			<i>Anacridium aegyptium</i>
			<i>Calliptamus italicus</i>
			<i>Pezotettix giornae</i>
			<i>Sphingonotus caerulans</i>
		Oedipodidae	<i>Oedipoda germanica</i>
			<i>Oedipoda charpentieri</i>
		Gryllidae	<i>Gryllus campestris</i>
			<i>Acheta domestica</i>
		Tetrigidae	<i>Tetrix undulata</i>
		Blattellidae	<i>Ectobius</i> sp.ind
	Lepidoptera	Pieridae	<i>Anthocharis belia</i>
			<i>Pieris brassicae</i>
			<i>Pieris napi</i>
			<i>Colias crocea</i>
			<i>Anthocharis cardamines</i>
		Geometridae	<i>Aspitates gilvaria</i>
		Gracillariidae	<i>Phyllonorycter blancardella</i>
		Sesiidae	<i>Conopia scoliaeformis</i>
		Papilionidae	<i>Iphiclides podalirius</i>
			<i>Papilio machaon</i>
		Sphingidae	<i>Hemaris fusiformis</i>
		Nymphalidae	<i>Pararge aegeria</i>
			<i>Vanessa cardui</i>
			<i>Vanessa atalanta</i>
			<i>Danaus plexippus</i>
		Lycaenidae	<i>Poliommatus icarus</i>
			<i>Lycaena phalaes</i>
			<i>Lasiommata megera</i>
		Arctiidae	<i>Euplagia quadripunctaria</i>
		Cossidae	<i>Zeuzera pyrina</i>
		Tineidae	<i>Tineidae</i> sp.ind
	13	131	359

5.1. Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage par l'utilisation des différentes méthodes au niveau des différentes parcelles d'études

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces capturées à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des différentes parcelles d'études sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces capturées par l'emploi des différents pièges en fonction des cinq parcelles d'études.

Type de piège			Filet à papillon	Filet fauchoir	Pots-Barber	Pièges colorés
Qualité d'échantillonnage (Q)	Sidi Naâmane	Anna	0,03	0,08	0,14	0,05
		Golden delicious	0,05	0,17	0,10	0,09
		Red delicious	0,01	0,17	0,07	0,03
	Draa Ben Khedda	Anna	0,03	0,25	0,10	0,13
		Dorset golden	0,03	0,23	0,15	0,12

Les valeurs des espèces capturées une seule fois et en un seul exemplaire par les différentes méthodes d'échantillonnage au niveau des cinq parcelles d'étude sont comprises entre 0,01 et 0,25 ce qui indique que la qualité d'échantillonnage est jugée très bonne car les valeurs se rapprochent de zéro.

5.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition au niveau des cinq parcelles d'études

Les résultats obtenus sont exploités à l'aide d'indices écologiques de composition, à savoir les richesses totales et les abondances relatives.

5.2.1. Richesse totale des espèces d'arthropodes capturées suivant les quatre méthodes d'échantillonnage au niveau des cinq parcelles d'études

La richesse totale des espèces capturées à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages dans les différentes parcelles d'études est exprimée dans le tableau 9.

La richesse totale des espèces récoltées par l'utilisation des quatre méthodes de capture dans les cinq parcelles prospectées est en fonction de l'aspect variétale des parcelles et du type de piège employé.

Tableau 9 : Richesse totale des espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des différentes parcelles d'études.

Type de piège			Filet à papillon	Filet fauchoir	Pots-Barber	Pièges colorés
Richesse Totale (S)	Sidi Naâmane	Anna	12	121	97	52
		Golden delicious	21	121	71	41
		Red delicious	38	231	124	124
	Draa Ben Khedda	Anna	12	100	57	42
		Dorset golden	23	136	82	50

En utilisant le filet papillon, la richesse totale est de 38 espèces pour la variété Red delicious, 23 espèces pour la variété Dorset golden, 21 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 12 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane et Draa ben Khedda).

Avec le filet fauchoir, la richesse totale est de 231 espèces capturées pour la variété Red delicious, 136 espèces pour la variété Dorset golden, 121 espèces pour les variétés Anna (Sidi Naâmane) et Golden delicious, et enfin 100 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda).

Les pots Barber ou piège terrestres ont permis de capturer un total de 124 espèces pour la variété Red delicious, 97 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 82 espèces pour la variété Dorset golden, 71 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 57 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda).

Une richesse totale de 124 espèces est récoltée avec les pièges colorés ou aériens pour la variété Red delicious, 52 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 50 espèces pour la variété Dorset golden, 42 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda), et enfin 41 espèces pour la variété Golden delicious.

5.2.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives AR (%) appliquées aux ordres d'arthropodes recensées au niveau des cinq parcelles d'études par l'emploi des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des arthropodes récoltées au niveau des parcelles d'étude par l'application des quatre méthodes de capture varient d'une méthode à une autre et suivant les variétés étudiées. La dominance de certaines espèces par rapport à d'autres est fonction de la méthode de capture employée au niveau de chaque parcelle.

5.2.2.1. Fréquence centésimale obtenus dans la parcelle de variétés Anna (Sidi Naâmane) par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des ordres d'arthropodes capturées par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) sont illustrées dans la figure 39.

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté pour cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) est celui des Lépidoptères avec une fréquence relative de 92,74%, suivi par les Diptères avec un pourcentage de 3,23%, en suite viennent les Névroptères avec un pourcentage de 2,42% et enfin les Hyménoptères avec seulement 1,61%. L'ordre le mieux représenté par l'emploi du filet fauchoir est celui des Coléoptères avec une fréquence relative de 26,88%, suivi par les Diptères avec un pourcentage de 20,33%, ensuite viennent les Homoptères et les Hyménoptères avec un pourcentage de 19,68% et 19,19 respectivement. Les araignées et les hétéroptères sont présents avec une fréquence relative de 6,32% et 3,96% respectivement, les Orthoptères sont représentés avec un pourcentage de 2,75% ; les Névroptères et les Lépidoptères sont faiblement représentés avec seulement 0,65% et 0,24% respectivement. Les espèces appartenant à l'ordre des coléoptères sont les plus compabilisées dans les piégeages terrestres ou pots Barber. Cet ordre présente une fréquence relative de 58,20%, suivi par les Hyménoptères avec un pourcentage de 11,23%, ensuite viennent les Araignées et les Homoptères avec un pourcentage de 8,48% et 6,93% respectivement ; les Hétéroptères et les Collembolles présentent un pourcentage égal à 4,48% et 3,74% respectivement. Les Orthoptères et les diptères présentent une abondance relative égal à 3,38% et 2,65% respectivement; les Dermaptères et les Odonates sont faiblement représentés avec seulement 0,82% et 0,09% respectivement. Les Diptères, les Coléoptères et les Hyménoptères sont abondants par l'utilisation de piégeages jaunes aériens, avec une fréquence relative égale à 28,75% ; 27,69% et 25,32% respectivement, suivi par les Homoptères, les Hétéroptères et les Araignées avec de faibles pourcentages de 7,92%, 5,59% et 4,75% respectivement.

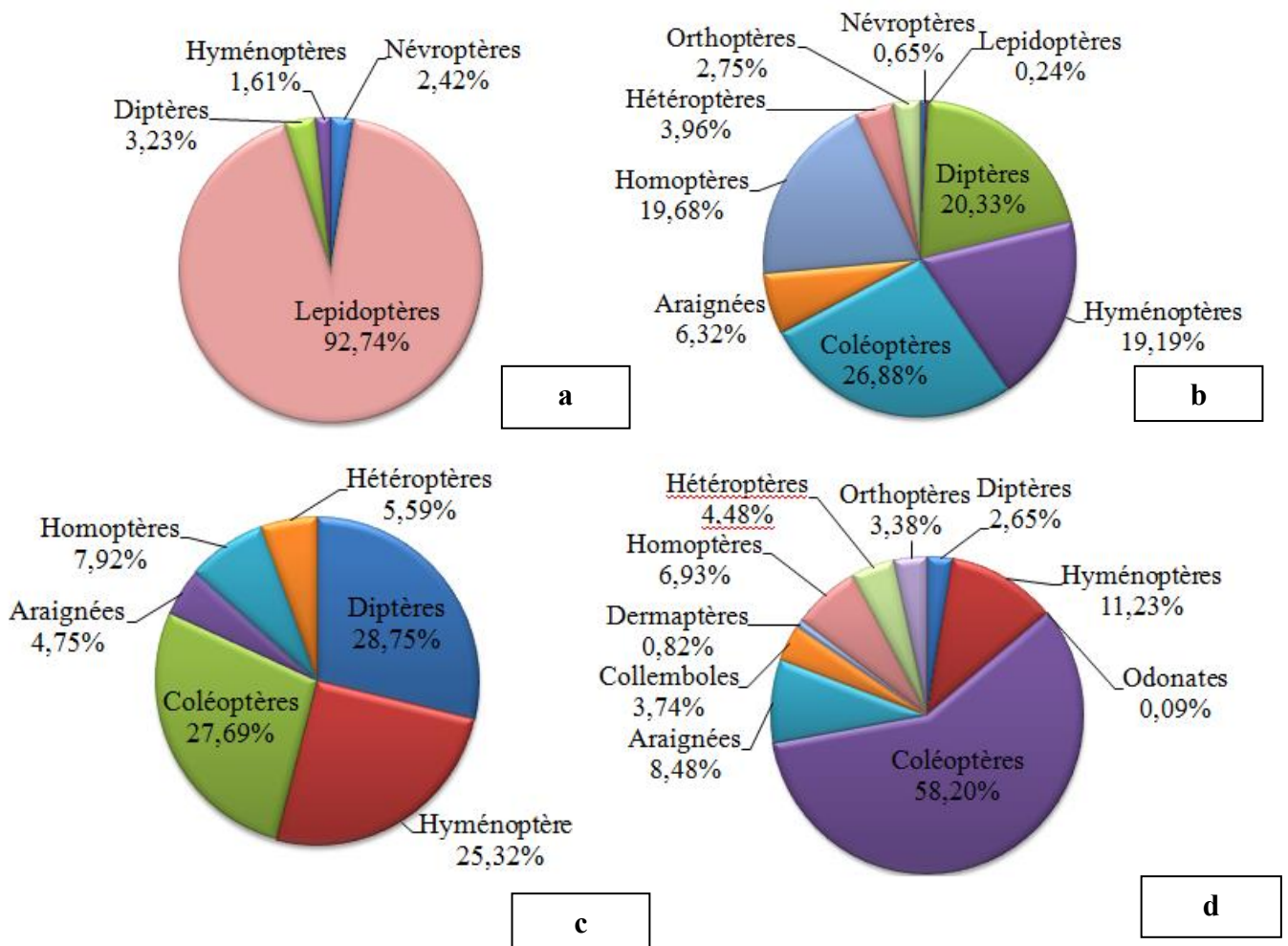


Figure 39: Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane) par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.2.2. Fréquence centésimale obtenus dans la parcelle de variétés Golden delicious par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des ordres d'arthropodes capturées par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) sont illustrées dans la figure 40.

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté pour le filet à papillon est celui des Lépidoptères avec une fréquence relative égale à 85,88%, suivi par les Diptères et les Odonates avec un pourcentage de 4,71% et 4,12% respectivement, ensuite viennent les Hyménoptères et les Névroptères avec un pourcentage de 2,94% et 2,35%.

Nous constatons que les Diptères, les Hyménoptères et les Coléoptères sont abondants par l'utilisation de cette méthode de chasse (filet fauchoir) avec une fréquence relative égale à 26,81%, 24,48% et 21,40% respectivement, suivi par les Homoptères avec un pourcentage de 12,91%, ensuite viennent les Hétéroptères, les Araignées et les Orthoptères avec un pourcentage de 5,78% et 5,17% et 3,08% respectivement ; les Névroptères sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,37%.

Nous constatons que les Coléoptères sont abondants par l'utilisation des pots Barber avec une fréquence relative égale à 49,52%, suivi par les Hyménoptères et les Diptères avec un pourcentage de 23,34%, et 12,13% respectivement, puis viennent les Araignées et les Homoptères, avec un pourcentage de 5,32%, 3,98% respectivement. Les Collembolles et les Hétéroptères sont représentés avec un pourcentage de 2,08% et 1,90% respectivement. Les Orthoptères, les Dermaptères et les Odonates sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,96%, 0,57% et 0,19% respectivement.

Nous constatons que les Diptères, les Hyménoptères et les Coléoptères sont abondants par l'utilisation de ce type de piégeage jaune adhésif avec une fréquence relative égale à 40,01%, 29,70%, et 14,54% respectivement, suivi par les Homoptères, les Hétéroptères et les Araignées avec un pourcentage de 6,66%, 4,84% et 4,24% respectivement.

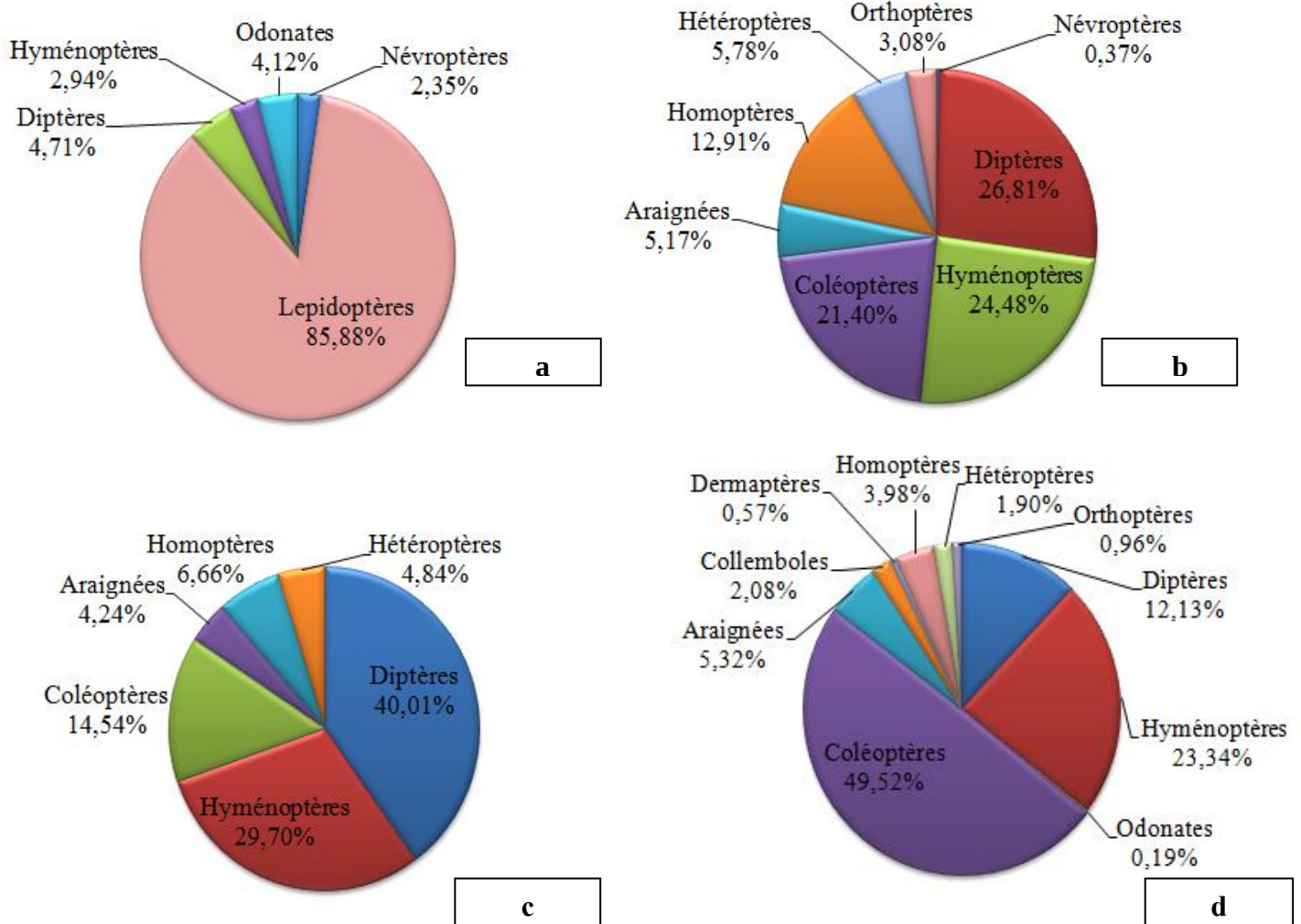


Figure 40: Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Golden delicious par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.2.3. Fréquence centésimale obtenus dans la parcelle de variétés Red delicious par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des ordres d'arthropodes capturées par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) sont illustrées dans la figure 41.

Avec le filet à papillons, l'ordre le mieux représenté est celui des Lépidoptères avec une fréquence relative égale à 92,37%, suivi par les Névroptères et les Diptères avec un pourcentage de 3,54% et 3,39% respectivement. Les Hyménoptères sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 1,69%.

Il est à signaler que les Hyménoptères, les Coléoptères et les Diptères sont abondants par l'utilisation du filet fauchoir, avec une fréquence relative égale à 30, 50%, 26,28% et 21,41% respectivement, suivi par les Hétéroptères, les Araignées et les Orthoptères avec un pourcentage de 8,04%, 5,07% et 3,61% respectivement, ensuite viennent les Homoptères, les Lépidoptères et les Odonates avec un pourcentage de 1,97%, 1,01% et 1,01% respectivement. Les Névroptères, les Collembolles et les Dermaptères sont très faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,75%, 0,30% et 0,10% respectivement.

L'ordre des Coléoptères est le plus abondant par l'utilisation de piégeage terrestres avec une fréquence relative égale à 58,56%, suivi par les Hyménoptères avec un pourcentage de 12,87%, puis viennent les Diptères, les Araignées, les Homoptères et les collembolles avec un pourcentage de 5,95%, 5,27% et 4,41%, 4,12% respectivement. Les Orthoptères, Hétéroptères, et les Cloportes sont représentés avec un pourcentage de 2,97%, 2,58%, 2,40% respectivement. Les Odonates et les Dermaptères sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,47% et 0,38% respectivement.

Les pièges jaunes aériens ont permis la récolte des Hyménoptères, les Diptères, et les Coléoptères avec une forte abondance et une fréquence relative égale à 35,24%, 27,17%, et 20,30% respectivement, suivi par les Hétéroptères et les Homoptères avec un pourcentage de 9,25%, 5,37% respectivement, puis viennent les Araignées et les Lépidoptères avec un pourcentage de 1,59% et 1,09% respectivement.

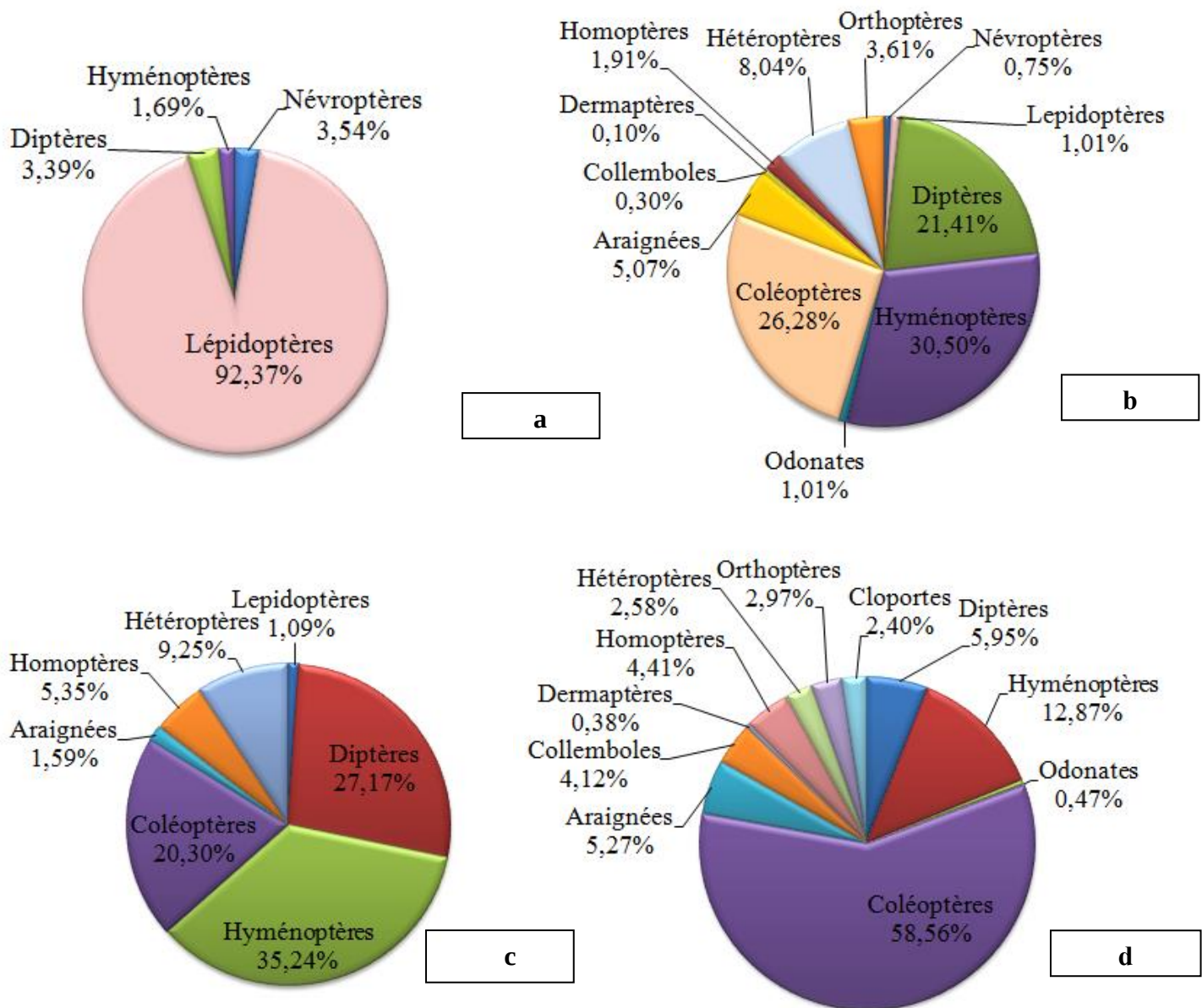


Figure 41: Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Red delicious par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.2.4. Fréquence centésimale obtenus dans la parcelle de variétés Anna (Draa Ben Khedda) par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des ordres d'arthropodes capturées par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) sont illustrées dans la figure 42.

L'ordre le mieux représenté pour cette méthode de chasse (filet à papillon) est celui des Lépidoptères avec une fréquence relative égale à 86,96%, suivi par les Hyménoptères avec une abondance égale à 7,61%, ensuite viennent les Diptères une fréquence de 4,35%. Les Diptères sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 1,09%.

Avec le filet fauchoir, les Hyménoptères, les Coléoptères, les Homoptères et les Diptères sont abondants avec une fréquence relative égale à 29,85%, 19,90%, 19,90%, et 1,04% respectivement, suivi par les Araignées, les Hétéroptères et les Orthoptères avec un pourcentage de 7,46% ; 4,50% et 2,87% respectivement. Les Névroptères sont très faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,48%.

Nous constatons que les Coléoptères sont abondants par l'utilisation de piégeages terrestres avec une fréquence relative égale à 54,09%, suivi par les Hyménoptères avec un pourcentage de 19,02%, puis viennent les Homoptères et les Araignées avec un pourcentage de 8,39%, et 7,41% respectivement. Les Diptères et les Orthoptères sont représentés avec un pourcentage de 3,20% chacun. Les Dermaptères, et les Collembolles sont représentés avec un pourcentage de 1,48% et 1,23% respectivement. Les Hétéroptères et les Odonates sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,98% chacun.

La capture par les pièges aériens, les Hyménoptères, les Diptères et les Coléoptères sont abondants par l'utilisation de ce type de piégeage avec une fréquence relative égale à 28,79%, 28,30%, et 25,37% respectivement, suivi par les Homoptères avec un pourcentage de 12,69%, puis viennent les Hétéroptères avec un pourcentage de 3,40% et les Homoptères avec un pourcentage de 1,46%.

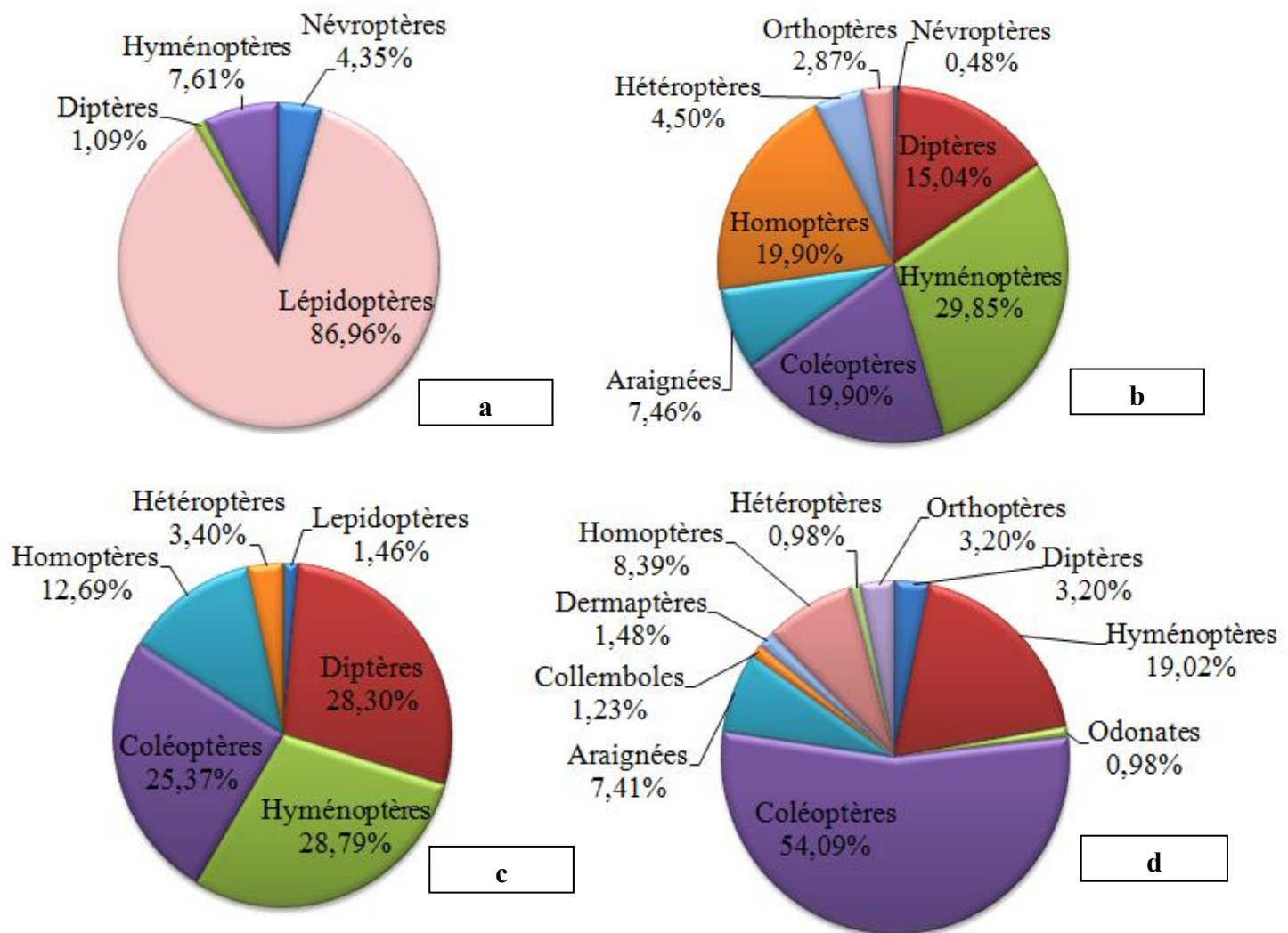


Figure 42: Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.2.5. Fréquence centésimale obtenus dans la parcelle de variétés Dorset golden par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages

Les abondances relatives des ordres d'arthropodes capturées par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) sont illustrées dans la figure 43.

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté par l'emploi du filet à papillon est celui des Lépidoptères avec une fréquence relative égale à 82,24%, suivi par les Odonates avec un pourcentage de 13,82%, ensuite viennent les Diptères avec un pourcentage de 2,63%. L'ordre des Hyménoptères arrive avec un pourcentage de 1,32%.

Nous constatons que les Diptères, les Homoptères, les Coléoptères et les Hyménoptères sont abondants par l'utilisation du filet fauchoir avec une fréquence relative égale à 23,75%, 21,85%, 21,65% et 17,14% respectivement, suivi par les Araignées les Hétéroptères et les Orthoptères avec un pourcentage de 5,08%, 4,59% et 3,45% respectivement, ensuite viennent les Collembolles avec un pourcentage de 1,25%. Les Odonates, les Dermaptères et les Névroptères sont très faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,58%, 0,48% et 0,19% respectivement.

Nous constatons que les Coléoptères sont abondants par l'utilisation des pots Barber avec une fréquence relative égale à 46,14%, suivi par les Hyménoptères avec un pourcentage de 18,13%, puis viennent les Homoptères avec un pourcentage de 10,52%, les Collembolles et les Orthoptères avec 5,82%. Les Araignées sont représentées avec un pourcentage de 4,53%, les Hétéroptères avec une valeur égale à 2,26% respectivement. Les Odonates et les Dermaptères sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 0,81% et 0,48% respectivement.

Nous constatons que les Hyménoptères, les Coléoptères et les Diptères sont abondants par l'emploi des pièges aériens avec une fréquence relative égale à 31,68%, 29,54%, et 25,63% respectivement, suivi par les Homoptères et les Hétéroptères avec un pourcentage de 6,04% et 5,69% respectivement, puis viennent les Araignées avec un pourcentage de 1,42%.

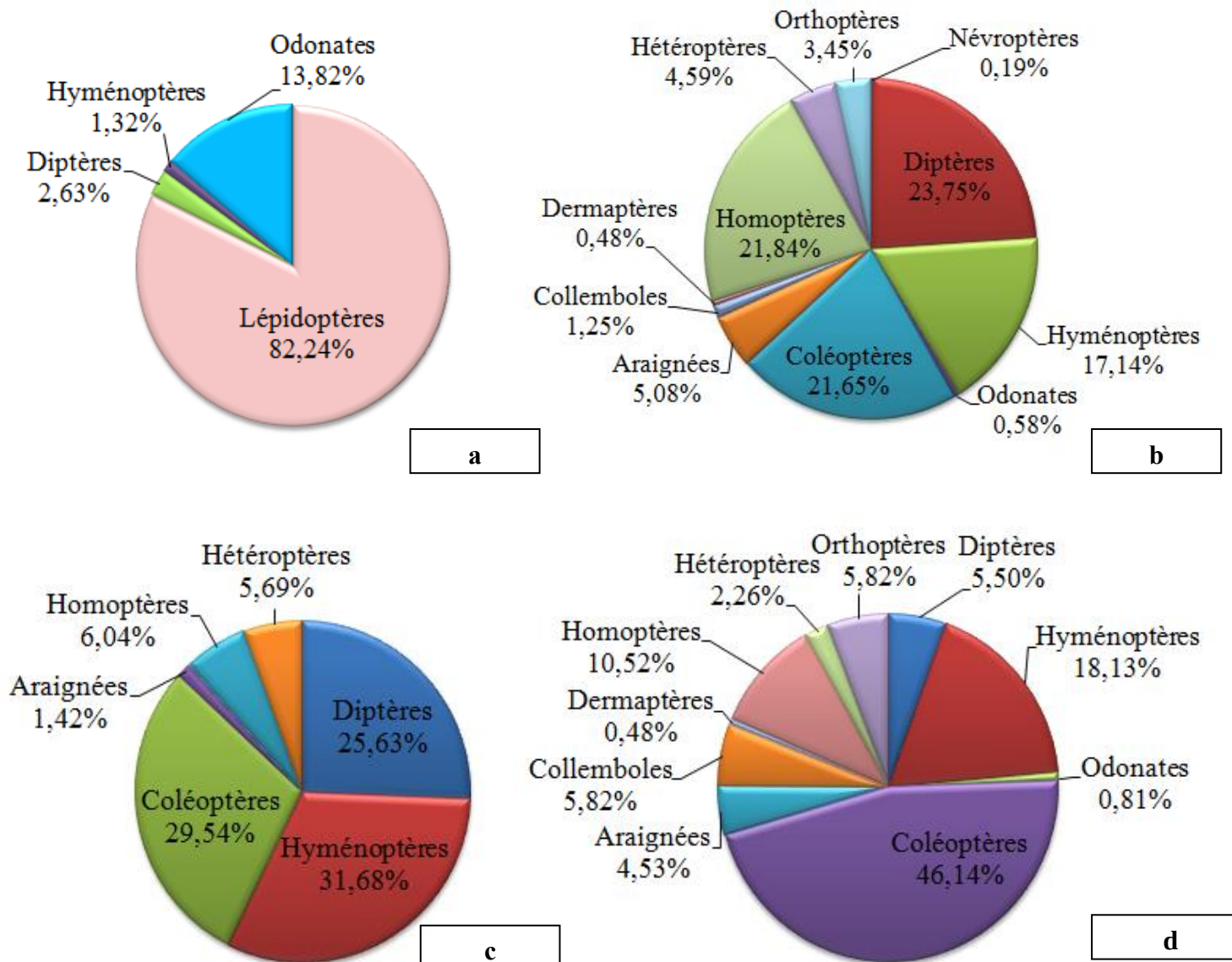


Figure 43: Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Dorset golden par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.3. Fréquences centésimales ou abondances relatives AR (%) appliquées aux espèces d'arthropodes recensées suivant leurs organisations trophiques au niveau des cinq parcelles d'études par l'emploi des quatre méthodes d'échantillonnages

Les régimes alimentaires des insectes sont d'une extrême diversité, du fait des structures et fonctionnement des pièces buccales, de la division structurale et fonctionnelle du tube digestif (Beaumont et cassier, 1983). Ainsi nous avons établie une répartition en fonction des différentes catégories trophiques selon nos observations personnelles et la bibliographie consultée. Nous avons pu distinguer 9 grands ensembles parmi les 359 espèces d'insectes retenus.

5.2.3.1. Fréquence centésimale des espèces d'arthropodes obtenus dans la parcelle de variétés Anna (Sidi Naâmane) selon leur régime trophique

La répartition des espèces d'arthropodes capturées suivant leur niveau trophique par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) est illustrées dans la figure 44.

Nous constatons par l'emploi de cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) une forte représentation des phytophages; groupe le plus important avec 92,76% d'insectes capturés. Les prédateurs, les saprophages et les pollinisateurs comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,22%, 2,41% et 1,61% de la totalité des captures, ce qui en fait les groupes les moins riches.

Le groupe le mieux représenté par l'utilisation du filet fauchoir est celui des phytophages avec 49,69%. Viennent ensuite les prédateurs avec 17,62%, suivi par les pollinisateurs, les necrophages, les parasitoïdes et les hématophages avec respectivement 7,71%, 7,42%, 6,36% et 6,20%. Enfin, les coprophages, les saprophages et les bioindicateurs comptabilisent des taux faibles avec respectivement 2,77%, 1,76% et 0,24% de la totalité des captures.

Les prédateurs et les phytophages sont les plus compabilisées dans les piégeages terrestres ou pots Barber avec une fréquence relative égale à 41,99% et 39,52% respectivement. Viennent ensuite les saprophages avec 7,75%. Enfin, les bioindicateurs, les pollinisateurs, les coprophages, les parasitoïdes, les necrophages et les hématophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,92%, 2,55%, 2,18%, 1%, 0,82% et 0,27% de la totalité des captures.

Le groupe des phytophages est le plus abondants par l'utilisation de piégeages jaunes aériens, avec une fréquence relative égale à 48,12%, viennent ensuite les prédateurs avec 17,20%, les pollinisateurs avec 10,79%, les Hématophages avec 9,62% et les parasitoïdes avec 5,54%. Les coprophages, les necrophages et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 4,37%, 2,62%, 1,75% de la totalité des captures.

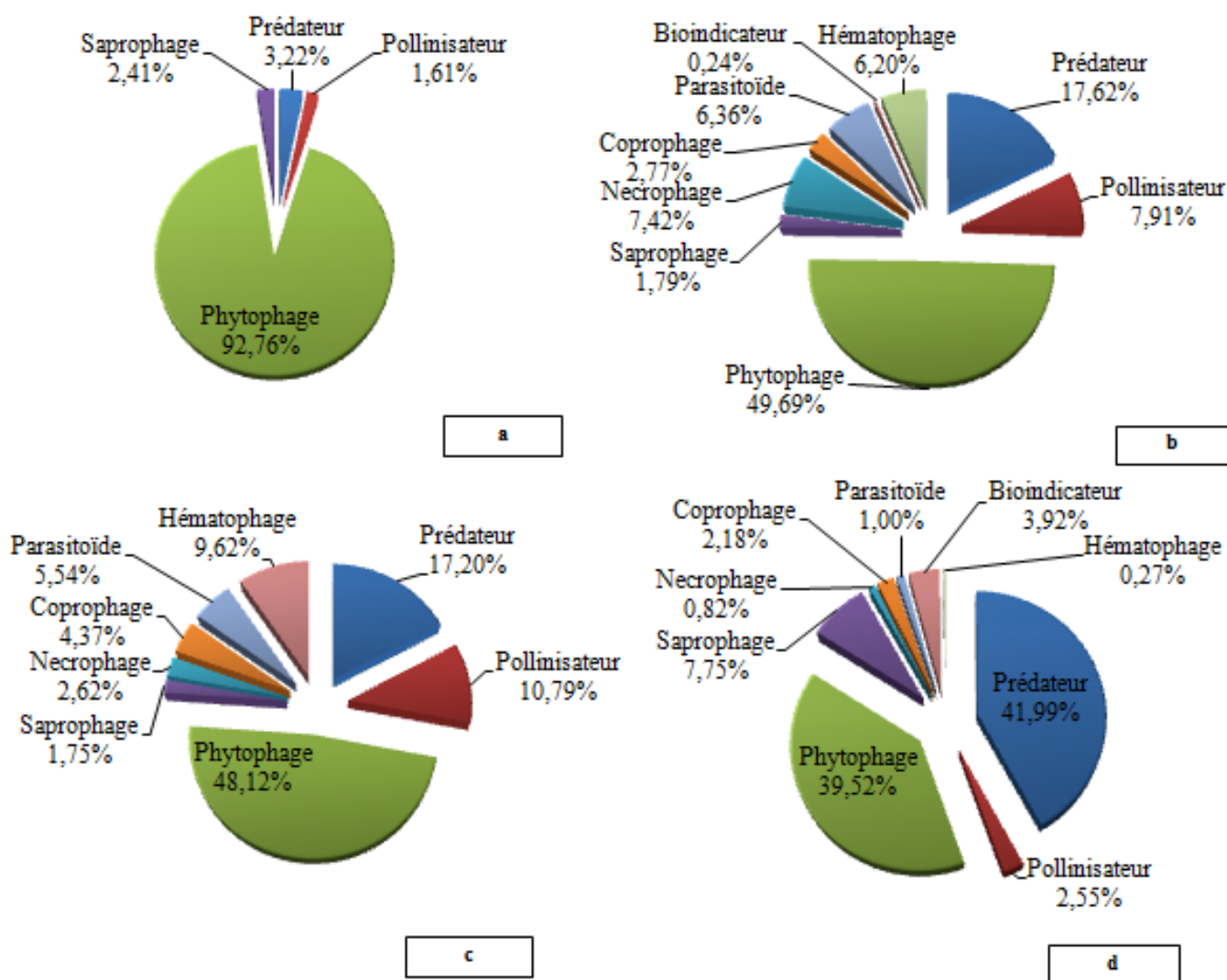


Figure 44: Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane) suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des espèces d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.3.2. Fréquence centésimale des espèces d'arthropodes obtenus dans la parcelle de variétés Golden delicious selon leur régime trophique

La répartition des espèces d'arthropodes capturées suivant leur niveau trophique par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) est illustrées dans la figure 45.

Nous constatons par l'emploi de cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) le groupe des phytophages est le plus important avec 85,90% d'insectes capturés. Viennent ensuite les prédateurs avec 9,41%, les saprophages, les pollinisateurs et les parasitoïdes comptabilisent des taux faibles avec respectivement 1,76%, 1,76% et 1,17% de la totalité des captures.

Le groupe le mieux représenté par l'utilisation du filet fauchoir est celui des phytophages et des prédateurs avec 28,04% et 23,76% respectivement. Viennent ensuite les necrophages, les parasitoïdes, les pollinisateurs et les hématophages avec respectivement 12,15%, 10,04%, 9,75% et 8,49%. Enfin, les coprophages, les bioindicateurs et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,82%, 2,40% et 1,55% de la totalité des captures.

Les prédateurs est le groupe le plus compabilisé dans les piégeages terrestres ou pots Barber avec une fréquence relative égale à 40,62%. Viennent ensuite les phytophages et les necrophages avec 22,21% et 21,45% respectivement. Suivi par les bioindicateurs, les hématophages et les pollinisateurs avec 6,07% et 7,74% et 3,22% respectivement. Enfin, les coprophages, les parasitoïdes, les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 0,94%, 0,37% et 0,37% respectivement de la totalité des captures.

Les groupes des pollinisateurs et des prédateurs sont les plus abondants par l'utilisation de piégeages jaunes aériens, avec une fréquence relative égale à 27,88% et 24,25% respectivement. Viennent ensuite les phytophages avec 16,37%, les bioindicateurs avec 13,94%, et les Hématophages avec 7,87%. Les necrophages, les coprophages, les parasitoïdes et les saprophages sont faiblement représenté avec 2,42%, 2,24%, 1,81% et 1,21% respectivement.

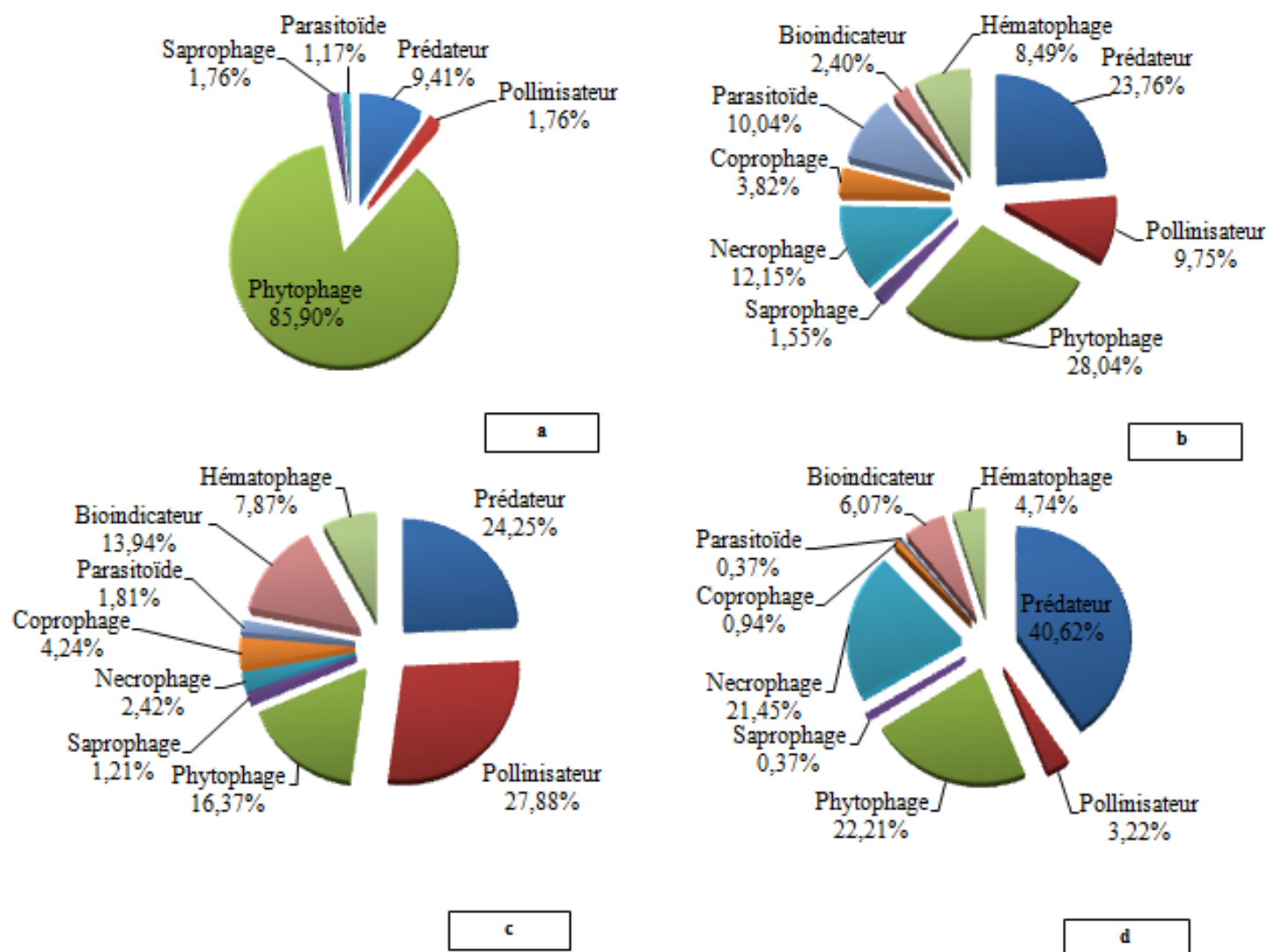


Figure 45: Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Golden delicious suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des espèces d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.3.3. Fréquence centésimale des espèces d'arthropodes obtenus dans la parcelle de variétés Red delicious selon leur régime trophique

La répartition des espèces d'arthropodes capturées suivant leur niveau trophique par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) est illustrées dans la figure 46.

Nous constatons par l'emploi de cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) une forte représentation des phytophages; groupe le plus important avec 73,03% d'insectes capturés. Viennent ensuite les prédateurs avec 18,47%, les saprophages et les parasitoïdes et les pollinisateurs comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,40%, 3,40% et 1,70% de la totalité des captures, ce qui en fait les groupes les moins riches.

Le groupe le mieux représenté par l'utilisation du filet fauchoir est celui des phytophages avec 32,38%. Viennent ensuite les prédateurs, les parasitoïdes et les pollinisateurs avec 24,08%, 17,68% et 8,50% respectivement, les necrophages, les saprophages, les coprophages et les bioindicateurs comptabilisent des taux faibles avec respectivement 4,25%, 3,27%, 2,68% et 0,15% respectivement de la totalité des captures.

Les phytophages et les prédateurs sont les plus comptabilisées dans les piégeages terrestres ou pots Barber avec une fréquence relative égale à 46,41% et 33,10% respectivement. Viennent ensuite les necrophages et les pollinisateurs avec 8,41% et 4,16% respectivement. Les bioindicateurs, les saprophages, les coprophages, les hématophages et les parasitoïdes comptabilisent des taux faibles avec respectivement 2,49%, 1,84%, 1,66%, 1,01% et 0,92% de la totalité des captures.

Le groupe des phytophages est le plus abondants par l'utilisation de piégeages jaunes aériens, avec une fréquence relative égale à 30,46%, viennent ensuite les prédateurs, les parasitoïdes et les pollinisateurs avec 16,32%, 16,12% et 15,73% respectivement, suivi par les hématophages et les nécrophages avec 8,85% et 6,36% respectivement. Les coprophages et les saprophages sont faiblement représenté avec 3,28% et 1,69% respectivement.

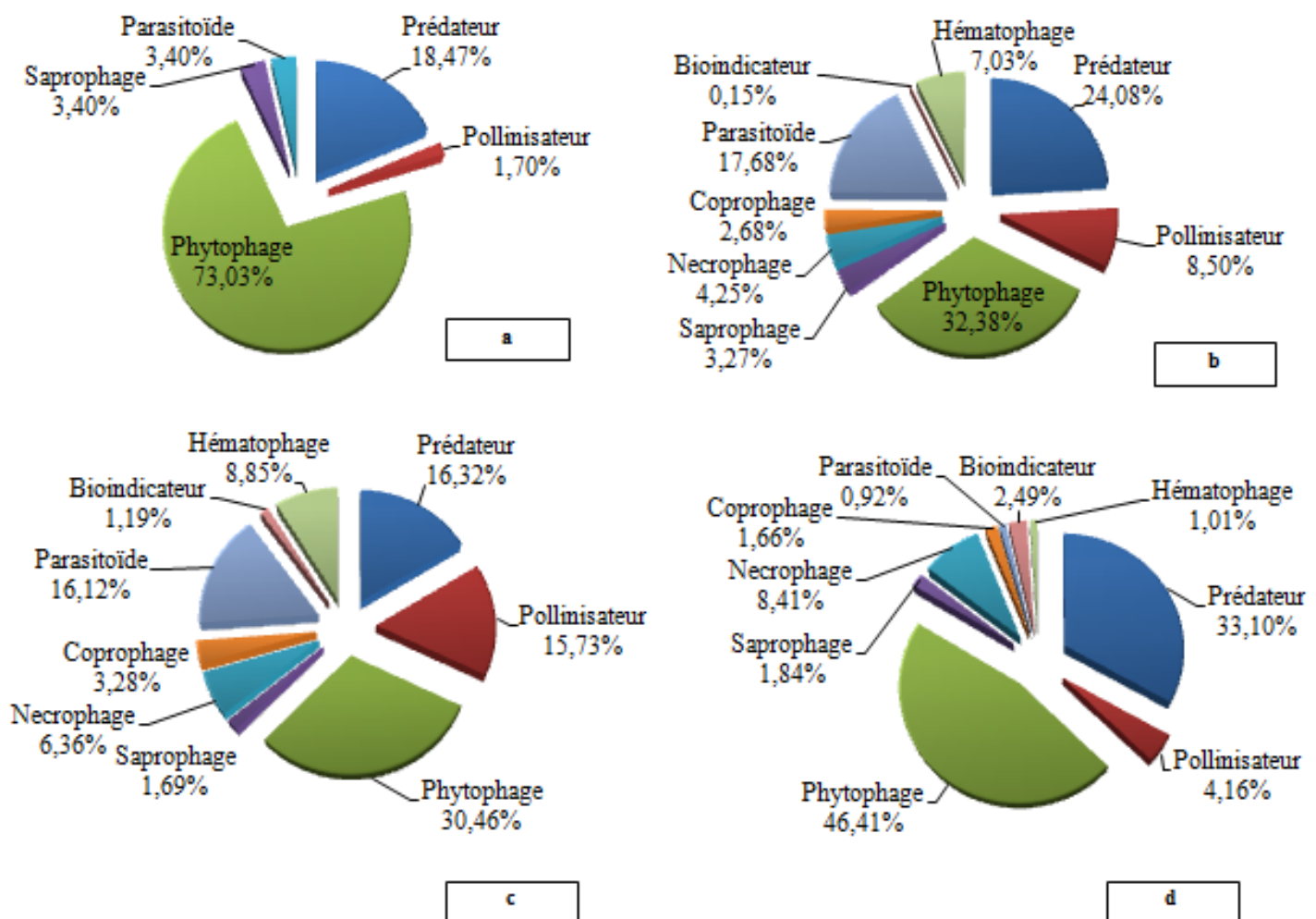


Figure 46: Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Red delicious suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des espèces d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.3.4. Fréquence centésimale des espèces d'arthropodes obtenus dans la parcelle de variétés Anna (Draa Ben Khedda) selon leur régime trophique

La répartition des espèces d'arthropodes capturées suivant leur niveau trophique par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) est illustrées dans la figure 47.

Nous constatons par l'emploi de cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) une forte représentation des phytophages; groupe le plus important avec 86,98% d'insectes capturés. Les prédateurs, les parasitoïdes, les pollinisateurs et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 4,34%, 4,34%, 3,26% et 1,08% de la totalité des captures.

Le groupe le mieux représenté par l'utilisation du filet fauchoir est celui des phytophages avec 43,55%. Viennent ensuite les prédateurs et les parasitoïdes avec 18,15% et 16,61% respectivement. Suivi par les hématophages, les necrophages avec respectivement 4,39% et 3,43%. Enfin, les coprophages et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 2,25% et 0,82% de la totalité des captures.

Les groupe des phytophages et des prédateurs sont les plus représentatif par l'utilisation de piégeages terrestres ou pots Barber, avec une fréquence relative égale à 45,24% et 35% respectivement. Viennent ensuite les necrophages avec 14,66%, les bioindicateurs, les coprophages, les pollinisateurs, les parasitoïdes, les Hématophages et les saprophages sont faiblement représentés avec 5,20%, 3,78%, 3,54%, 1,18%, 0,70%, et 0,70% respctivement.

Les phytophages sont les plus compabilisées dans les piégeages jaunes aériens avec une fréquence relative égale à 41,85%. Viennent ensuite les pollinisateurs, les hématophages et les prédateurs avec 20,66%, 15,50% et 13,43% respectivement. Enfin, les coprophages, les parasitoïdes, les necrophages et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,09%, 2,39%, 1,54% et 1,54% de la totalité des captures.

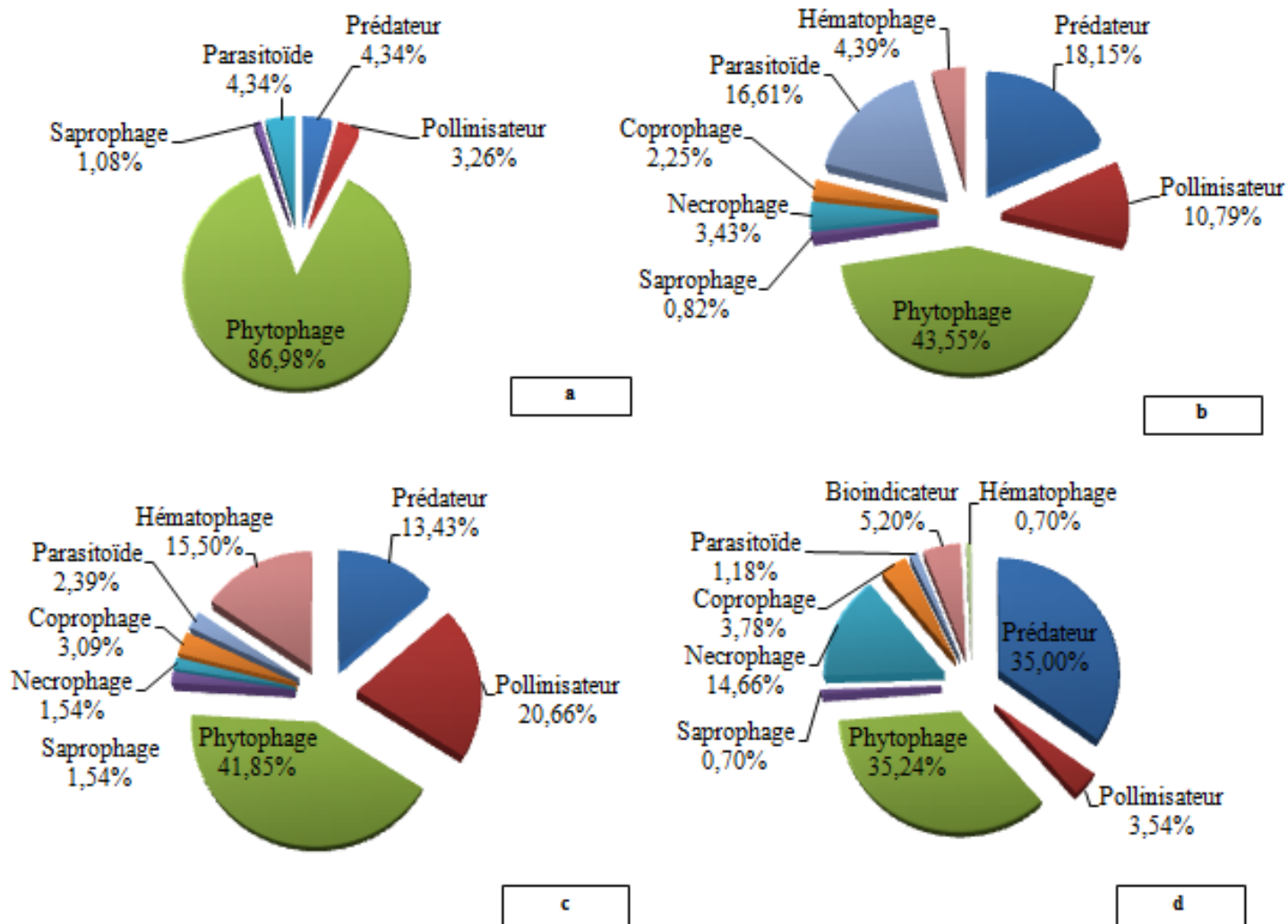


Figure 47: Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des espèces d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

5.2.3.5. Fréquence centésimale des espèces d'arthropodes obtenus dans la parcelle de variétés Dorset golden selon leur régime trophique

La répartition des espèces d'arthropodes capturées suivant leur niveau trophique par l'utilisation des quatre méthodes d'échantillonnages (filet à papillon, filet fauchoir, pièges colorés et pots barber) est illustrées dans la figure 48.

Nous constatons par l'emploi de cette méthode de chasse à vue (filet à papillon) une forte représentation des phytophages; groupe le plus important avec 82,72% d'insectes capturés. Suivi par les prédateurs avec 13,45%, les saprophages et les pollinisateurs comptabilisent des taux faibles avec respectivement 2,56% et 1,28% de la totalité des captures, ce qui en fait les groupes les moins riches.

Le groupe le mieux représenté par l'utilisation du filet fauchoir est celui des phytophages avec 41,85%. Viennent ensuite les prédateurs avec 28,07%, suivi par les pollinisateurs, les hématophages avec respectivement 10,15% et 6,53%, les necrophages, les parasitoïdes, les coprophages et les saprophages sont faiblement représentés avec 4,85%, 3,35%, 3% et 2,2% respectivement.

Les prédateurs et les phytophages sont les plus compabilisées dans les piégeages terrestres ou pots Barber avec une fréquence relative égale à 39,54% et 34,38% respectivement. Viennent ensuite les necrophages et les bioindicateurs avec 12,68% et 5,75% respectivement. Enfin, les pollinisateurs, les coprophages, les hématophages, les parasitoïdes et les saprophages comptabilisent des taux faibles avec respectivement 3,68%, 1,62%, 1,18%, 1,03% et 0,14% de la totalité des captures.

Le groupe des phytophages est le plus abondants par l'utilisation de piégeages jaunes aériens, avec une fréquence relative égale à 41,65%, viennent ensuite les pollinisateurs, les prédateurs, les hématophages et les parasitoïdes avec 24,56%, 12,82%, 9,25% et 7,11% respectivement. Les bioindicateurs, les coprophages, les necrophages et les saprophages sont faiblement représentés avec 2,13%, 1,06%, 1,06% et 0,35% respectivement.

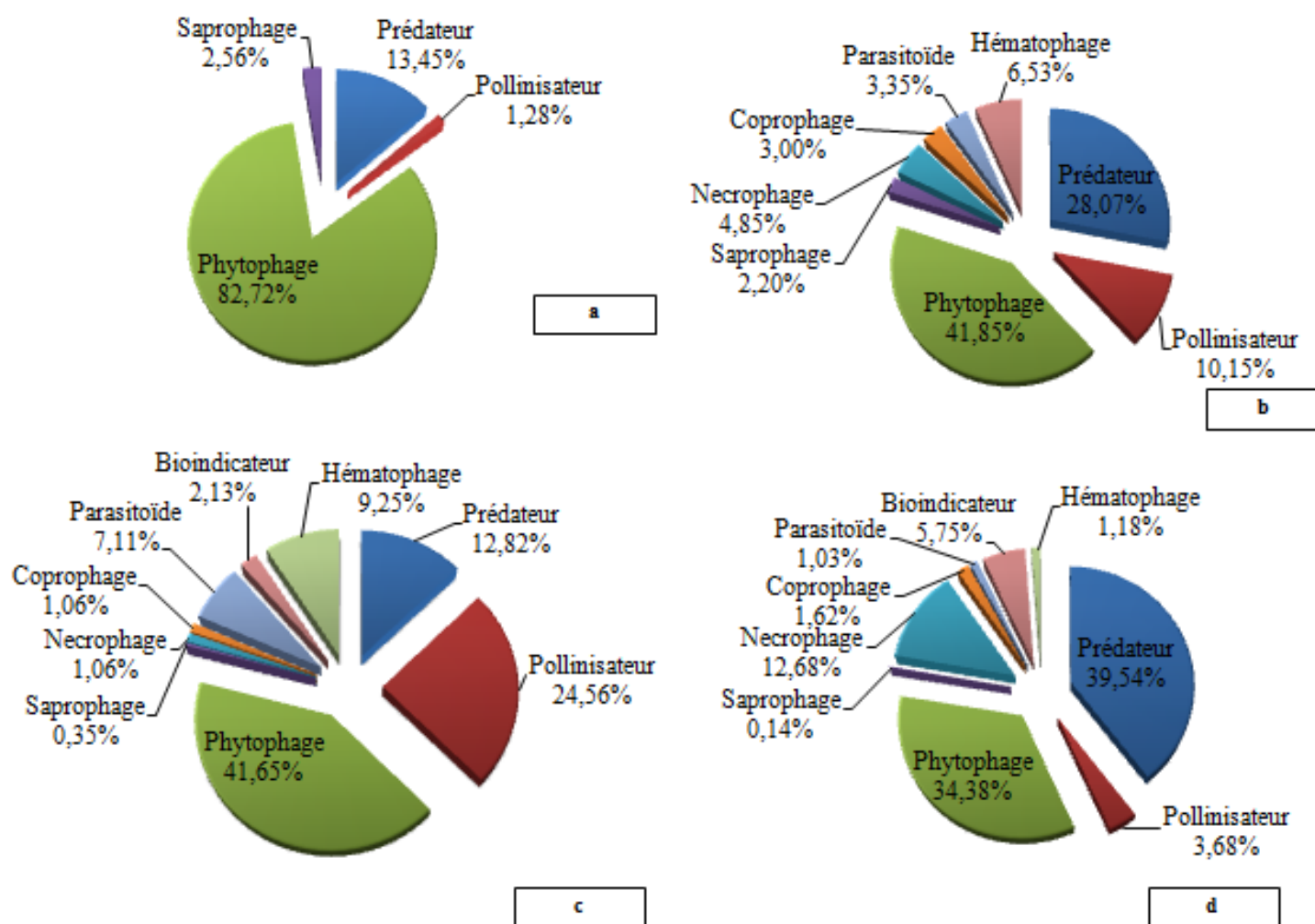


Figure 48: Fréquences centésimales des espèces d'arthropodes capturés dans la parcelle de variété Dorset golden suivant leur régimes trophiques par l'emploi des différentes techniques d'échantillonnages.

a : fréquences centésimales des ordres d'insectes capturés par filet à papillon.

b : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par filet fauchoir.

c : fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges aériens.

d : Fréquences centésimales des ordres d'arthropodes capturés par les pièges terrestres.

L'analyse de la variance à trois critères de classification a révélé des différences non significatives pour le facteur variété ($p=0,94$), et pour le facteur piège ($p=0,96$), et des différences très hautement significatives pour le facteur niveau trophique ($p=0$). Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir quatre groupes homogènes : A, B, C et D caractérisé respectivement par les phytophages, des prédateurs et des pollinisateurs pour les

groupes A, B et C, les necrophages, les parasitoïdes, les hématophages, les bioinducteurs, les saprophages et les coprophages pour le groupe D (Tab 5 Annexes).

6. Exploitation des résultats par indices écologiques de structure pour les espèces échantillonnées

Les résultats obtenus sont exploités à l'aide d'indices écologiques de structure, voir les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité.

6.1. Indice de diversité de Shannon et équitabilité appliqués aux espèces échantillonnées

Les résultats relatant les indices de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) appliqués aux espèces d'arthropodes échantillonnées par les différents types de pièges au niveau des différentes parcelles d'études sont illustrés dans les tableaux 10 et 11.

Tableau 10 : Valeurs de diversité de Shannon H' et de l'équitabilité des espèces d'arthropodes capturés à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des parcelles d'études.

Type de piège			Filet à papillon	Filet fauchoir	Pots-Barber	Piège coloré
H' (bits)	Sidi Naamane	Anna	5,32	2,69	6,06	5,1
		Golden delicious	4,72	3,65	5,95	4,75
		Red delicious	6,21	4,67	7,39	6,63
	Draa Ben Khedda	Anna	4,9	2,8	5,82	4,62
		Dorset golden	5,05	3,92	6,15	4,87
$H'_{\max}$ (bits)	Sidi Naamane	Anna	6,82	3,6	6,99	5,72
		Golden delicious	6,35	4,34	6,99	5,38
		Red delicious	7,07	5,23	7,93	6,92
	Draa Ben Khedda	Anna	6,07	3,6	6,73	5,41
		Dorset golden	6,58	4,54	7,16	5,66

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont assez élevée au niveau des cinq parcelles d'études, elles varient de $H' = 2,69$ bits à $H' = 5,23$ bits pour le filet fauchoir; de $H' = 5,82$ bits à $H' = 7,39$ bits pour les pots Barber; de $H' = 4,72$ bits à $H' = 6,82$ bits pour le filet à papillon et de $H' = 4,62$ bits à $H' = 6,92$ bits pour les pièges aériens.

Tableau 11 : Valeurs de l'équitabilité des espèces d'arthropodes capturés à l'aide des différentes méthodes d'échantillonnages au niveau des parcelles d'études.

Type de piège			Filet à papillon	Filet fauchoir	Pots-Barber	Piège coloré
Equitabilité	Sidi Naamane	Anna	0,78	0,74	0,86	0,89
		Golden delicious	0,74	0,84	0,85	0,88
		Red delicious	0,87	0,89	0,93	0,95
	Draa Ben Khedda	Anna	0,8	0,77	0,86	0,85
		Dorset golden	0,76	0,86	0,85	85

L'équitabilité obtenue pour chaque type de piège suivant les cinq parcelles d'études varie de $E = 0,74$ à $E = 0,95$, ces valeurs tendent vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les espèces du milieu au niveau de chaque parcelles.

7. Discussion et conclusion

L'étude de la faune arthropodologique sur culture de pommier au niveau de quatre variétés (Anna, Golden delicious Red delicious et Dorset golden) dans les régions de Draa Ben Khedda et de Sidi Naâmane a permis de répertorié 359 espèces réparties en 131 familles, appartenant à 13 ordres de 4 classes.

Guettala-Frah (2009) a répertorié 348 espèces d'insectes réparties en 97 familles et 13 ordres dans le verger de pommier de la région des Aurès durant trois années (2001 à 2003). Aberkane-Ounas (2013), dans son étude de l'entomofaune dans le vignoble de la région de Tizi-Ouzou a recensé 99 espèces d'insectes repartis en 46 familles et 11 ordres. En utilisant la technique des pots Barber dans une palmeraie d'Oued Sidi Zarzour (Biskra), Souttou et *al.* (2006) ont capturés 70 espèces d'arthropodes, appartenant à 3 classes, incluant celle des insectes, représenté par 69 espèces, répartie en 36 familles de 8 ordres. Diab et Deghiche (2014) ont identifié 14 espèces appartenant à 14 familles regroupées en 8 ordres. Kourim et *al.* (2011) dans un inventaire réalisé dans la région de Tamenrasset, a signalé la présence de 68 espèces appartenant à 41 familles de 12 ordres et 1 classe. Sid Amar et *al.* (2012) lors d'une étude comparative des arthropodes échantillonnés dans la région de Touat (Adrar), ont enregistré 173 espèces repartis en 17 ordres de 5 classes. Allili (2008) mentionne 23 espèces appartenant à 19 familles repartis en 8 ordres de 3 classes, dans un verger de poirier à Birtouta (Alger). Belmadani et *al.* (2014) notent 141 espèces repartis en 60 familles appartenant à 19 ordres de 6 classes.

Les résultats obtenus montrent que la classe la mieux représentée est celle des insectes avec un pourcentage de 95,78%, suivi des arachnides avec un pourcentage de 3,11%. Les collemboles et les crustacés sont faiblement représentés avec un pourcentage égal à 1% et 0,11% respectivement.

Mahdjane (2013), a obtenue un pourcentage de 77,35% pour les insectes, 11,62% d'arachnides et 2,11% de crustacé dans un inventaire sur la faune arthropodologique associée à la culture du prunier dans la région de Tadmait. Oudjane et *al.* (2014) ont obtenu une abondance relative égale à 91% pour les insectes, 4,3% pour les arachnides et 1,64% pour les crustacées. Djetti et *al.* (2015) rapportent que la classe des insectes est la mieux représentée avec une fréquence centésimale égale à 73,25%, suivie par celle des crustacées avec 15,20%, puis les arachnides avec 8,81%. Fekkoun et *al.* (2011) lors d'une étude sur l'effet des conditions climatiques sur l'entomomacrofaune du verger d'agrumes dans la plaine de Mitidja signalent que la classe des insectes est la plus abondante avec une fréquence centésimale égale à 88,4%, suivie par les arachnides et les crustacées avec 5,6% et 4,5% respectivement.

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage sont très bonnes au niveau des cinq parcelles étudiées, elles sont comprises entre 0,03 et 0,25.

Menacer (2012) a estimé la qualité d'échantillonnage à $Q = 0,04$ dans la palmeraie de Biskra. Merabet (2014) a estimé la qualité d'échantillonnage par l'utilisation des pots barber à $Q = 0,36$ à Agni N Smen. Oudjane et *al.* (2014) ont estimé la qualité d'échantillonnage à $Q = 0,55$ dans la région de Tizirt. Par ailleurs, Berchiche (2004) mentionne que la qualité d'échantillonnage de l'Entomofaune à la station (Oued Smar, Alger) est égale à 0,7.

La richesse totale des espèces capturées est très variable, elle est fonction du type de piège employé et de la parcelle étudiée ; par l'utilisation du filet fauchoir est de 238 espèces pour la variété Red delicious, 140 espèces pour la variété Dorset golden, 125 espèces pour les variétés Anna (Sidi Naâmane) et Golden delicious, et enfin 104 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda).

En utilisant les pots barber, la richesse totale est de 130 espèces pour la variété Red delicious, 109 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 91 espèces pour la variété Dorset golden, 79 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 65 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda).

En utilisant les pièges colorés, la richesse total est de 119 espèces pour la variété Red delicious, 52 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 50 espèces pour la variété Dorset golden, 42 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda), et enfin 41 espèces pour la variété Golden delicious.

En utilisant le filet papillon, la richesse total est de 37 espèces pour la variété Red delicious, 23 espèces pour la variété Dorset golden, 20 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 12 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane et Draa ben Khedda).

Ben-Ameur (2009) a estimé la richesse totale à $S = 142$ dans les palmeraies d'Ouargla. Chouiet *et al.* (2012) lors d'une étude sur la biodiversité de l'arthropodofaune des milieux cultivés de la région de ghardaia ont noté une richesse totale de 188 espèces, soit 133 espèces capturés à l'aide des pôts Barber et 124 espèces à l'aide des aciettes jaunes. Souttou *et al.* (2006) dans une étude sur la biodiversité des arthropodes en milieux naturel dans la palmeraie de l'Oued Sidi Zarzour à Biskra, ont rapporté une richesse totale égale à 70 espèces d'arthropodes. Fritas (2012) a estimé la richesse total à $S = 64$ sur cultures céréalières dans la région de Batna. Merabet (2014) a estimé la richesse totale à $S = 74$ par l'emploi des pots Barbé à Agni N Smen. Frah *et al.* (2015) durant son étude sur la faune arthropodologique à Sefiane (Batna) a estimé la richesse totale à $S = 71$ en utilisant les pots Barbé, $S = 63$ en utilisant les pièges colorés, et $S = 54$ en utilisant le filet fauchoir. Djetti *et al.* (2015) dans une étude sur l'arthropodofaune de la culture du maïs dans deux étages bioclimatiques différents ont rapporté l'existence de 40 espèces dans la région à étage bioclimatique subhumide (El Harrach) et 38 espèces dans la région à étage bioclimatique semi-aride (Tisselmsilt).

Les valeurs des fréquences centésimales appliquées aux ordres d'arthropodes recensées au niveau des cinq parcelles étudiées varient d'un type de piégeage à un autre, chaque méthodes d'échantillonnages est relative à un groupe d'ordre représentatif ; ainsi par l'emploi du filet à papillon, l'ordre des Lépidoptères domine avec des valeurs comprises entre 82,24% et 92,74%. Par l'utilisation du filet fauchoir, l'ordre des Coléoptères domine avec une abondance égale à 25,78%, suivi par les Hyménoptères avec des valeurs comprises entre 28,90% et 30,30%. Par l'utilisation des pièges aériens, l'ordre des Diptères domine avec une abondance égale à 40%, suivi par les Hyménoptères avec des valeurs comprises entre 28,64% et 35,22%. Par l'utilisation des pots Barber, l'ordre des Coléoptères domine avec des valeurs comprises entre 36,49% et 54,41%.

Ounis *et al.* (2014) durant une estimation de la biodiversité du sol dans une parcelle d'abricotier, a rapporté que l'ordre des Coléoptères domine avec une fréquence centésimale de 46,67%. Achoura et Belhamra (2010), ont rapportés que l'ordre des Orthoptères domine avec une fréquence centésimale de 18,75%, suivi par les Coléoptères avec 16,67%, et finalement les Lépidoptères et les Hyménoptères avec une fréquence centésimale de 14,58% dans la palmeraie d'El Kantara (Biskra). Diab et Deghiche (2014) trouvent une fréquence centésimale égale à 58% pour les Diptères, 42% pour les Hyménoptères, et 25% pour les Coléoptères sur une culture d'olivier au Sahara.

Mezani *et al.* (2016) ont trouvé une dominance de l'ordre des coléoptères et des hyménoptères avec un pourcentage égal à 23,80% et 23,38%, respectivement, en appliquant les pots Barber. En utilisant les pièges colorés et le filet fauchoir, l'ordre des coléoptères a dominé avec un pourcentage égal à 28,62% et 57,3% respectivement, au cours d'un inventaire des invertébrés sur les cultures de fève dans la région de Tizi-Ouzou.

Chouiet et Doumandji-Mitiche (2012) dans une étude sur la biodiversité de l'arthropodofaune des milieux cultivés de la région de Ghardaia ont noté que l'ordre des Hyménoptères est le mieux représenté avec une abondance égale à 42% par l'utilisation des pots barber, par l'emploi du filet fauchoir les coléoptères dominent avec une fréquence centésimale égale à 17,33%, les aciettes jaunes attirent en grand nombre les Homoptères avec une fréquence égale à 33,66%.

Beddiaf *et al.* (2014) lors d'une étude réalisée sur la faune arthropodologique dans la région de Djanet, signalent que l'ordre des Hyménoptères est le mieux représenté avec une abondance relative égale à 78,6%. Djetti *et al.* (2015) dans une étude sur l'arthropodofaune de la culture du maïs ont noté que les Hyménoptères dominent dans la région à étage bioclimatique subhumide (El Harrach) avec une abondance relative égale à 55%, par contre dans la région à étage bioclimatique semi-aride, les coléoptères sont les mieux représentés avec une fréquence centésimale égale à 50%.

Les valeurs des fréquences centésimales appliquées aux espèces d'arthropodes échantillonnées au niveau des cinq parcelles étudiées suivant leurs régimes trophiques varient d'un type de piégeage à un autre, et suivant la parcelle étudiée ; ainsi par l'emploi du filet à papillon, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 73,03% et 92,76%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 3,22% et 18,47%. Par

l'utilisation du filet fauchoir, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 28,04% et 49,69%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 17,62% et 28,07%. Par l'utilisation des pièges aériens, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 19,37% et 48,12%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 12,82% et 24,25%. Par l'utilisation des pots barber, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 22,21% et 46,41%, suivi par les prédateurs avec 33,10% et 41,99%.

Selon le régime trophique des arthropodes, Achoura et Belhamra (2010) ont noté cinq groupes dont les phytophages sont les mieux représentés avec 56,25%. Ils sont suivis par les prédateurs avec 20,83%, les saprophages avec 18,78% et enfin les parasites et les polyphages avec 2,08%. Diab et Deghiche (2014) indiquent une dominance des phytophages avec 53%, suivie par les prédateurs avec 35%, puis les polyphages avec 12% dans une culture d'olivier dans la région du Sahara.

Guettala-Frah (2009), dans son étude sur l'impact économique et la bioécologie des principaux ravageurs du pommier dans la région d'Aurès, ont enregistré 69,72% des phytophages, suivis des prédateurs et des parasitoïde avec un pourcentage égal à 15,98%, et 4,76% respectivement. Enfin, les saprophages, les nécrophages et les coprophages représentent de faibles pourcentages inférieures à 3%. Mahdjane (2013) a obtenu une fréquence de 57,4% pour les phytophages, suivie de prédateurs d'une valeur de 20,63% et de polyphages avec 18,87%, dans son inventaire sur les insectes du prunier dans la zone de Tadmait, Tizi-Ouzou.

Nos résultats confirment ceux des travaux antérieurs qui ont démontré la dominance de la catégorie trophique des phytophages (Collignon et *al.*, 2000; Hautier et *al.*, 2003 et Debras, 2007). D'après Beamont et Cassier (1983), dans une aire donnée, 40 à 50% des espèces d'insectes sont des phytophages. Si on reprend ce type de régime alimentaire et en fonction de l'organe attaqué, quelques faits marquants ressortent: -Les phyllophages qui sont d'après Chatenet (1990); dans leur majorité des Chrysomelidae et des Curculionidae. Dans ce groupe plusieurs espèces ont été recensées, nous citons à titre d'exemple les *Otiorynchus* qui selon Grisvard et *al.* (1977), les espèces de ce genre découpent plus ou moins régulièrement le bord de feuilles des lilas.

Les Aphides dominent largement ce groupe qui selon Hulle et *al.* (1998), se nourrissent de la sève des plantes. De ces derniers, trois espèces sont redoutables au niveau des trois pommiers étudiées: *Dysaphis plantaginea*, *Aphis pomi*, *Aphis fabae*. Les carpophages sont représentés

surtout par les chenilles de Lépidoptères dont nous citons l'espèce déprédatrice inventoriée au niveau de nos vergers: *Cydia pomonella* qui d'après Chouinard et al. (2000), les jeunes chenilles de ce ravageur creusent des galeries dans les fruits en consommant la pulpe.

Les floricoles- pollinisateurs sont très abondants au niveau des vergers d'étude dont nous citons la cétoine *Oxythyrea squalida* qui d'après Auber (1999), elle s'attaque aux fleurs des plantes basses et des arbustes, notamment des arbres fruitiers auxquels elle est parfois nuisible. Berland (1999) a cité un autre groupe de floricoles qui parmi les Hyménoptères: Les Megachilides, les Halictides et les Apidés se nourrissant en majorité du nectar et du pollen.

Les Xylophages: Nous citons pour cette catégorie l'espèce *Cossus cossus* qui selon Balachowsky (1962), Elle creuse des galeries au niveau des branches, des rameaux et des troncs d'arbres.

Les prédateurs aphidiphages "Syrphidae, Coccinellidae et Chrysopidae sont largement présents au niveau des parcelles d'étude. Leur rôle dans la régulation des effectifs de populations d'aphides a été souvent démontré par plusieurs auteurs tels Iperti (1974); Milaire et al. (1974); Lyon (1983); Colignon et al. (2000), et Chouinard et al. (2000).

Les parasites et parasitoïdes sont également représentés par plusieurs familles d'Hyménoptères et nous citons à titre d'exemple les Ichneumonidae. Parmi les prédateurs polyphages; nous notons surtout la dominance en nombre d'espèces de deux familles: Les Carabidae (Coleoptera) sans oublier la présence caractéristique de Forficules: (*Forficula auricularia*) qui sont d'après (Solomon et al. 2000) d'actifs prédateurs omnivores dans les vergers de fruits à pépins. Lichou et al. (2001), a noté que l'espèce *Forficula auricularia* serait un prédateur de pucerons mais qui pourrait cependant provoquer des dégâts parfois importants sur fruits à noyaux.

Nous notons également la présence des Coprophages, des necrophages, des bioindicateurs, et des hématophages en nombre restreint. Selon Dajoz (1975); les coprophages vivent des excréments des animaux et aident à la bonne structuration du l'azote au sol. Chatenet (1990); a noté que la plupart des Géotrupes vivent presque exclusivement des excréments des grands mammifères herbivores.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont assez élevée au niveau des cinq parcelles d'études, elles varient de $H' = 2,69$ bits à $H' = 5,23$ bits pour le filet fauchoir; de $H' =$

5,82 bits à $H' = 7,39$ bits pour les pots Barber; de $H' = 4,72$ bits à $H' = 6,82$ bits pour le filet à papillon et de $H' = 4,62$ bits à $H' = 6,92$ bits pour les pièges aériens.

Selon Blondel (1979), une communauté est encore plus diversifiée d'autant que l'indice de diversité est plus élevé.

Les variations dans les valeurs de l'indice Shannon sont expliquées par N'zala et *al.*, (1997) qui ont signalé que si les conditions de vie dans un milieu donné sont favorables, on observe de nombreuses espèces chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus. Si les conditions sont défavorables on ne trouve qu'un petit nombre d'espèces chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus. Barbault en (1981), ajoute que la quantité des espèces végétales disponibles intervient sur la richesse du cortège animal. Donc la communauté d'insectes est liée à l'architecture, à la quantité du végétal et à la diversité des niches écologiques.

Guermah et Medjdoub-Bensaad (2016) rapportent une diversité de Shannon égale à $H = 4,31$ bits avec une diversité maximale égale à $H_{max} = 6,64$ bits appliqué aux arthropodes échantillonnés par l'emploi du filet fauchoir sur une parcelle de pommier dans la région de Tizi-Ouzou. En utilisant la technique des pots Barber pour l'étude de la biodiversité des arthropodes au niveau de 3 steppes dans la région de Djelfa, Guerzou et *al.* (2014) rapportent des variations des valeurs de diversité de Shannon entre 1,9 et 3,7 bits à Taicha, 3,02 et 3,5 bits à El Khayzar, 3,6 et 4,0 bits à Guayaza. Frah et *al.* (2015) durant son étude sur l'arthropodofaune dans une parcelle d'olivier à Sefiane (Batna) rapportent une valeur de diversité égale à $H = 4,7$ bits, $H_{max} = 6,1$ en utilisant les pots barber; $H = 4,6$ bits, $H_{max} = 6$ en utilisant les pièges colorés et $H = 5,2$ bits, $H_{max} = 5,8$ en utilisant le filet fauchoir.

Mezani et *al.* (2016) ont évalué la diversité de Shannon pour les pots barber et les pièges colorés à $H' = 4,95$ et $H' = 4,6$ respectivement sur une culture de fève dans la région de Tizi-Ouzou. Yasri et *al.* (2006) dans une étude sur les arthropodes de la région de Djelfa, mentionnent une diversité égale à 4,63 bits.

L'équitabilité obtenue pour chaque type de piège suivant les cinq parcelles d'études varie de $E = 0,74$ à $E = 0,95$, ces valeurs tendent vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les espèces du milieu au niveau de chaque parcelles en utilisant les quatre méthodes d'échantillonnages.

Une équitabilité très faible est rapportée par Guettala-Frah (2009) lors d'un inventaire faunistique sur pommier réalisé dans les Aurès avec une valeur égale à $E = 0,44$ pour les

auxiliaire de la station de Ichemoul, et également par Belmadani et *al.* (2014) dans une étude sur la distribution des arthropodes en verger de poirier à Tadmait avec une valeur égale $E = 0,3$. Ounis et *al.* (2014) ont trouvé une équitabilité variant de 0,12 à 0,47. Guermah et Medjdoub-Bensaad (2016) ont noté une équitabilité de 0,65. Dans une étude sur l'arthropodofaune de la culture du maïs, Djetti et *al.* (2015) ont estimé l'équitabilité à $E = 0,77$ dans la région à étage bioclimatique subhumide (El Harrach) et $E = 0,88$ dans la région à étage bioclimatique semi-aride. Frah et *al.* (2015) durant son étude sur la faune arthropodologique dans une parcelle d'olivier à Sefiane (Batna) ont évalué l'équitabilité à 0,77 en employant les pots Barber et les pièges colorés, et 0,90 en employant le filet fauchoir, les mêmes résultats ont été rapporté par Chikhi et Doumandji (2007) à Maâmria qui notent une équitabilité égale à $E = 0,9$.

Chapitre IV

*Effet des composés
organiques volatils sur les
larves de C.pomonella*

1. Introduction

Les insectes tendent à choisir leurs plantes hôte avec prédilection, ils sont capable de les détecter même si elles sont dissimulées dans un cortège floristique et cela grâce à des composés organiques volatiles dégagés par la plante. Ces derniers jouent un rôle capital dans le repérage de l'emplacement de l'hôte et sa reconnaissance. Ce sont des signaux olfactifs qui rendent spécifiques les interactions plantes-insectes (Witzgall et *al.*, 2005).

L'étude des plantes-hôtes constitue une étape clé dans la compréhension des relations insecte-plante. Le succès d'une descendance pour l'insecte réside en effet dans la capacité de la femelle à localiser et reconnaître la plante appropriée à la ponte et la survie de sa progéniture. Cette localisation s'effectue en deux temps : la découverte à distance (stimuli olfactifs et visuels) et la reconnaissance au contact (stimuli physiques et chimiques).

Les larves doivent trouver des sites d'alimentation après l'éclosion, elles sont généralement attirées par les matières volatiles des plantes hôtes (Jones et Coaker, 1978; Visser et Avé, 1978; Visser, 1986). Ces composés volatils agissent en stimuli olfactifs jouant un rôle important dans la recherche de l'hôte par des insectes larvaires phytophages (Mondy et *al.*, 1998; Singh et Mullick, 2002).

Witzgall (2005) a testé les composés volatiles de pommes de synthèse afin de suivre la réponse et le comportement du carpocapse, il ressort ainsi que l'activité antennaire des femelles de *C.pomonella* présente une forte réponse vis-à-vis des composés constitués notamment de (Z)3-hexenol, (Z)3-hexenyl benzoate, (Z)3-hexenyl hexanoate, ($\pm$) linalool et E,E- α -farnesene.

L'objectif de cette étude est de déterminer la réponse olfactive des larves néonates du carpocapse *C.pomonella* vis-à-vis de composés organiques volatils qui pourrait mener au développement de stratégies de protection des cultures contre les insectes ravageurs, en modifiant le comportement de l'herbivore en faveur de la plante hôte.

2. Matériels et méthodes

2.1. Insectes

Afin d'orienter une méthode de lutte adéquate contre le carpocapse du pommier, une étude de son comportement est réalisée au laboratoire. Les insectes ayant servis aux expérimentations proviennent d'une population de chrysalides et d'œufs de *C. pomonella* issus d'un élevage sur un milieu artificiel provenant de la société NPP-Arysta LifeScience.

Le test d'attraction des larves est effectué avec des lots de 10 larves néonates (juvéniles et âgées de deux jours après l'éclosion des œufs).

Les papillons adultes sont sexés à l'état de chrysalides et cela par différenciation de l'orifice génital au niveau des derniers segments abdominaux. Les adultes sont placés dans des pondoirs pour obtenir des œufs et des femelles gravides.

2.2. Milieu artificiel

Le milieu utilisé est de composition relativement simple, il s'agit de la formule de Poiout et Bues (1970), élaborée pour des Noctuelles, qui s'est montrée favorable à un élevage moins onéreux du carpocapse (Sendser, 1970). Quelques modifications sont apportées récemment comme une réduction de la teneur en eau, une augmentation des doses de nipagine et d'acide benzoïque avec introduction de formaldéhyde qui semblent accroître la survie des jeunes larves et garantir une meilleure conservation du milieu. L'auréomycine (chlorhydrate et chlortétracycline) a pu être supprimée sans inconvénient. La formule actuellement employée est détaillée dans le tableau 12.

Les ingrédients utilisés pour la fabrication sont stockés au congélateur à -18°C pour les poudres nutritives et au réfrigérateur à 4°C pour les « anti-ferments ». Près de 16 kg de milieu sont préparés dans une marmite de 25l de capacité ; l'eau et l'agar sont chauffés jusqu'à 100°C, puis refroidis jusque vers 65°C, avec agitation (Guennelon et *al.*, 1981).

Dans un premier temps la nipagine et l'acide benzoïque sont incorporés, puis le formol, enfin les poudres nutritives.

Tableau 12 : composition du milieu artificiel d'élevage de *C. pomonella* (Guennelon et *al.*, 1981).

Ingrédients	Qualité en grammes (En ml pour les liquides)	
	Par unité de fabrication	Par kilogrammes de milieu
Eau	12000	755.5
Agar	320	20
Semoule de farine de maïs (ou maïs broyé)	2240	141
Germe de blé	600	35.3
Levure de bière	550	37.8
Acide Ascorbique	80	5
Nipagine (par-Hydroxybenzoate de methyl)	28	1.8

Acide benzoïque	36	2.3
Formaldéhyde à 30%	20	1.3
Potentiel hydrogène (pH)	4.7	

Durant deux heures, un mélange est préparé avec un mixeur plongeant (mixeur à soupe de restaurant). Le milieu est ensuite coulé dans des boîtes plastiques préalablement désinfectées à l'alcool. Après refroidissement les boîtes sont fermées par un couvercle hermétique. Le milieu est ainsi stocké au froid (11°C) jusqu'à 2 semaines.

2.3. Composés organiques volatils

Au cours de cette étude des tests sont effectués avec différents composés de synthèse qui sont dilués pour obtenir les concentrations suivantes 1µg/µl, 5µg/µl, et 10µg/µl.

Les formulations sont les suivantes :

- β-Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnesene (A)
- β-Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β-Farnesene (B)
- β-Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, β-Farnesene (C)
- β-Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene (D)

Nous leurs avons attribué des lettres afin de les distinguer et faciliter la retranscription et l'interprétation des résultats, nous rajoutons des chiffres pour définir les différentes concentrations : 1 correspond à 1µg/µl, 5 correspond à 5µg/µl, 10 correspond à 10µg/µl.

Le β-Caryophyllene N° CAS est: 87-44-5, SAFC Sigma-Aldrich USA

Le Farnesene N°CAS est: 502-61-4, SAFC Sigma-Aldrich USA

Le Cis-3-Hexen-1-ol N°CAS est: 928-96-1, SAFC Sigma-Aldrich USA

Le Cis-3-Hexenyl acetate N°CAS est: 3681-71-8, SAFC Sigma-Aldrich USA

Le β-Farnesene Chemtech B.V laboratoire où il a été synthétisé

2.4. Tests d'attraction des larves

Le test d'attraction est réalisé par le dépôt de disques de papier filtre (1cm) imprégnés de différents composés volatils à différentes doses séparément, à l'autre bout de la boîte de Pétri 10 larves sont introduite pour chaque composés et pour chaque dose, quatre répétitions sont réalisées à raison d'une larve par boîte de Pétri (fig.49).

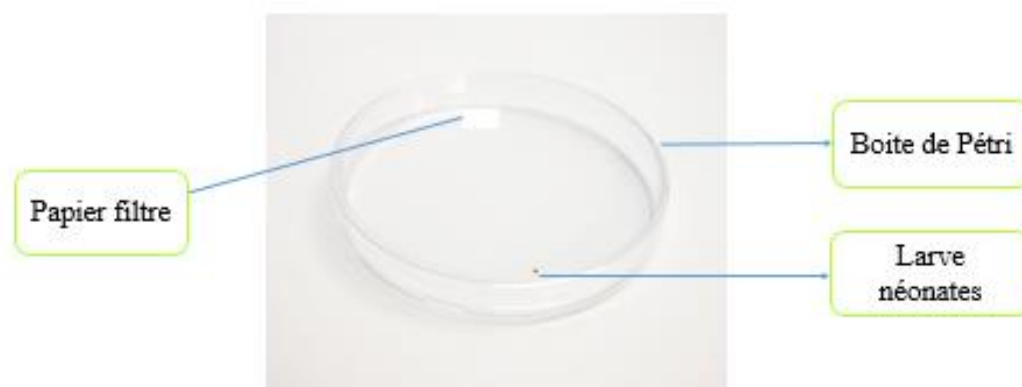


Figure 49 : dispositif expérimental d'attraction des larves néonates par les composés organiques volatils

Les comportements sont filmés par une caméra de type Hobby Velleman Digital USB microscope N : 130907, cust : VCC37506 (1280 x 1024) Pixels et minuté par un Timer électronique de type Supelco cat N : 400 31x.

L'effet de 4 mélanges séparément (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β -Farnesene ; β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene ; β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, β -Farnesene ; β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnesene) à différentes doses à savoir : 1 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l et 10 μ g/ μ l est testé, nous testons également l'effet du milieu composé de pommes ainsi que du milieu *Spodoptera* artificiel. L'attraction est considérée comme un déplacement orienté vers la source d'odeur.

2.5. Analyse statistique

Les résultats obtenus sur l'attractivité des larves néonates de *C.pomonella* vis-à-vis des différents milieux étudié sont soumis à une analyse de la variance à plusieurs critères au seuil $P=5\%$, en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4. Lorsque la probabilité (P) est :

$P > 0.05$: les variables ne montrent aucune différence significative.

$P < 0.05$: les variables montrent une différence significative.

$P < 0.01$: les variables montrent une différence hautement significative.

$P < 0.001$: les variables montrent une différence très hautement significative.

Lorsque cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, qui permet de déterminer les groupes homogènes.

3. Résultats

3.1. Action du milieu *Spodoptera* artificiel et du milieu pomme sur les larves de *C.pomonella*

Les résultats obtenus pour l'action du milieu *spodoptera* et de pomme sur l'attractivité des larves du carpocapse du pommier *C.pomonella* sont indiquées, pour les larves néonates juvéniles (Fig. 50) et pour les larves âgées de deux jours (Fig. 51).

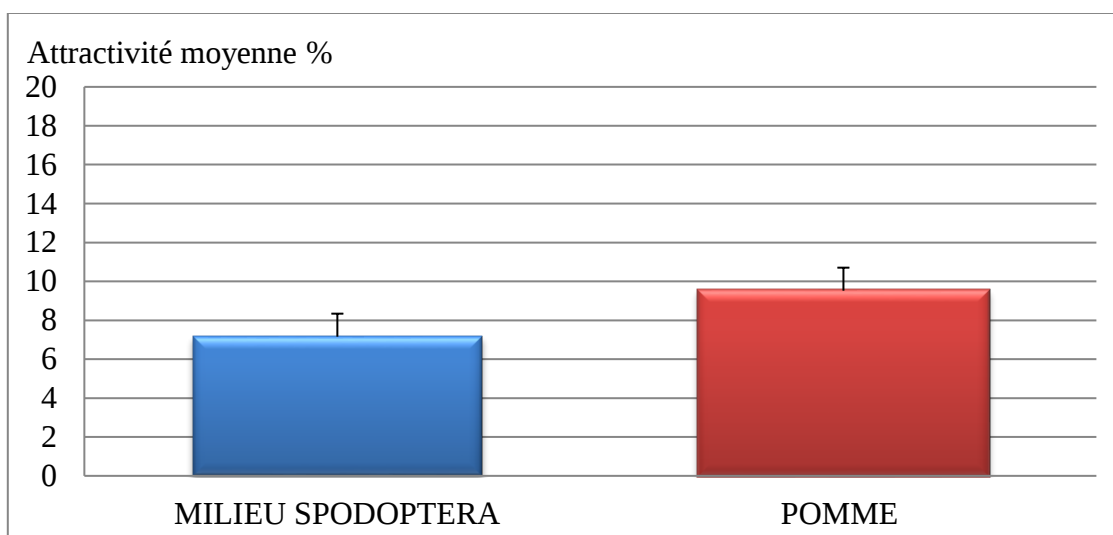


Figure 50 : attractivité des larves néonates juvéniles par milieu *Spodoptera* et pomme séparément.

D'après nos résultats, les jeunes larves néonates présente une réponse relativement rapide avec un temps relativement faible en présence des deux milieux : milieu *Spodoptera* et milieu de pomme séparément.

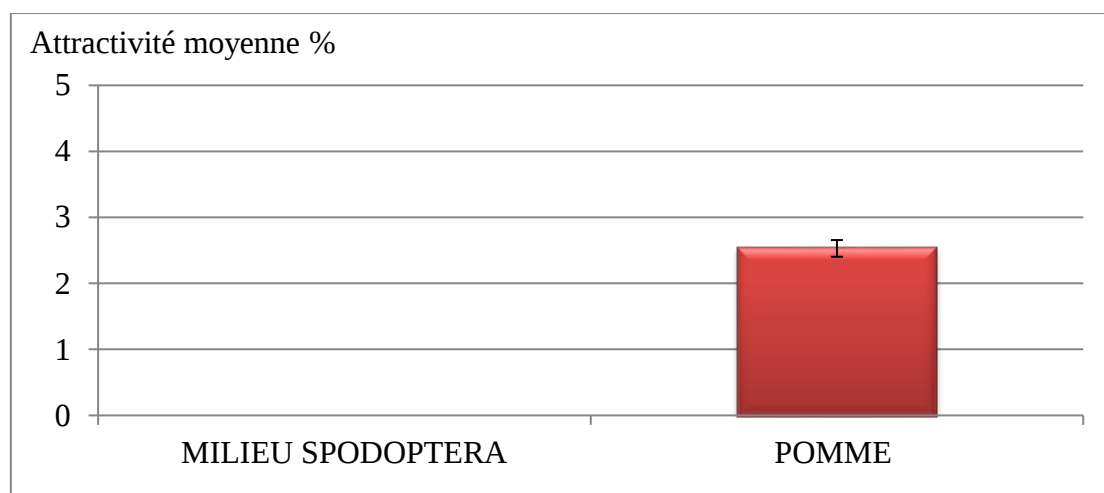


Figure 51 : attractivité des larves âgées par milieu *Spodoptera* et pomme séparément.

D'après nos résultats, les larves âgées de deux jours ont répondu significativement au milieu composé de pommes. Par contre, aucune attractivité n'est enregistrée concernant le milieu spodoptera. Il semble que les larves âgées de deux jours présentent une préférence pour le milieu composé de morceaux de pommes en un temps moyen faible de 2min. nous pouvons dire que l'attractivité du milieu spodoptera diminue proportionnellement avec l'âge des larves.

3.2. Action des composés organique volatiles sur les larves de *C. pomonella*

Les résultats obtenus pour l'action des différents composés organique volatils des différents mélanges à différentes doses vis-à-vis de l'attractivité des larves du carpocapse du pommier *C.pomonella* sont élucidées, pour les larves néonates juvéniles et pour les larves âgées de deux jours.

Les résultats obtenus pour l'action du composé A (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnesene) testée à l'égard des larves néonates de *C. pomonella* à différentes doses (1 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l, 10 μ g/ μ l) sont illustrés dans la figure 52 pour les larves juvéniles et la figure 53 pour les larves âgées de 2 jours.

Les résultats obtenus pour l'action du composé B (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β -Farnesene) testée à l'égard des larves néonates de *C. pomonella* à différentes doses (1 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l, 10 μ g/ μ l) sont illustrés dans la figure 54 pour les larves juvéniles et la figure 55 pour les larves âgées de 2 jours.

Les résultats obtenus pour l'action du composé C (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, β -Farnesene) testée à l'égard des larves néonates de *C. pomonella* à différentes doses (1 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l, 10 μ g/ μ l) sont illustrés dans la figure 56 pour les larves juvéniles et la figure 57 pour les larves âgées de 2 jours.

Les résultats obtenus pour l'action du composé D (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene) testée à l'égard des larves néonates de *C. pomonella* à différentes doses (1 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l, 10 μ g/ μ l) sont illustrés dans la figure 58 pour les larves juvéniles et la figure 59 pour les larves âgées de 2 jours.

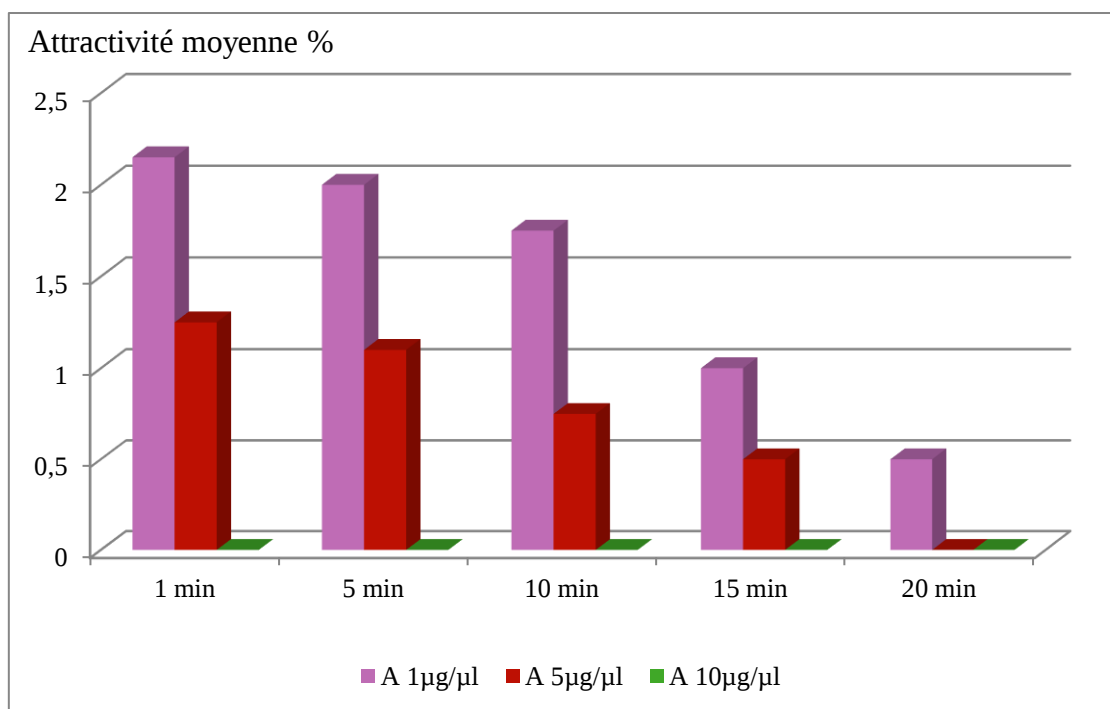


Figure 52 : attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé A aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

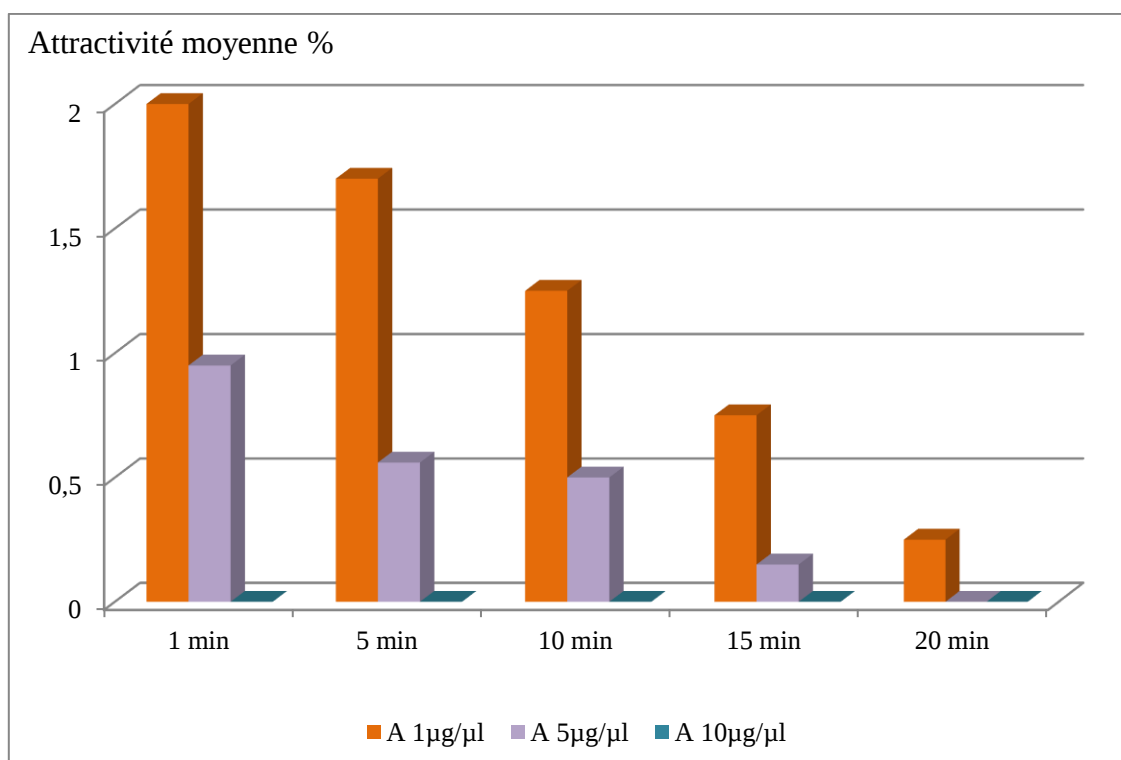


Figure 53 : attractivité des larves âgées par l'action du composé A aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

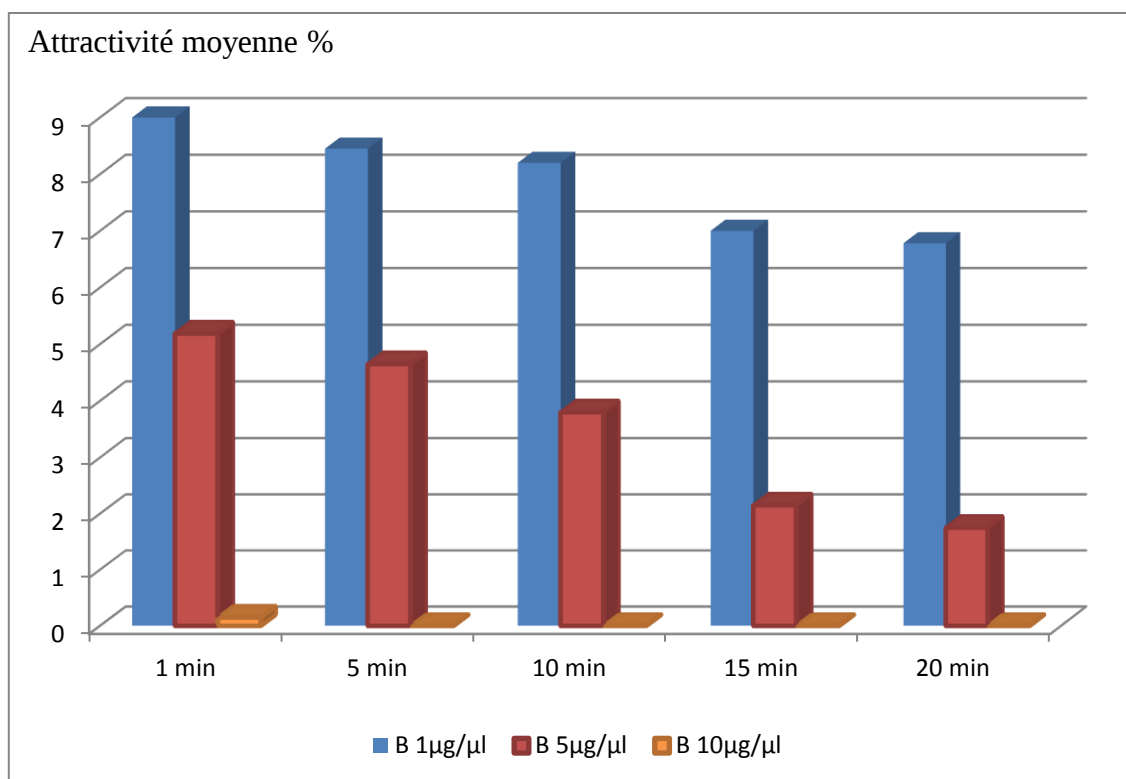


Figure 54 : attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé B aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

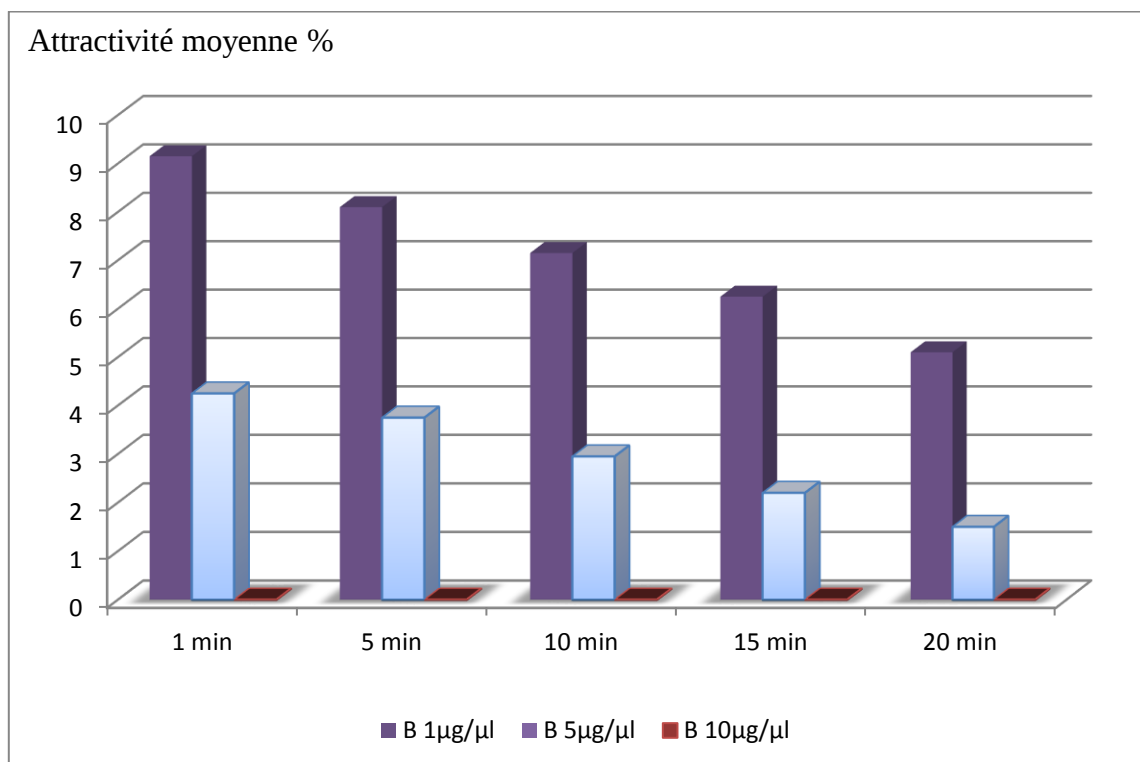


Figure 55 : attractivité des larves âgées par l'action du composé B aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

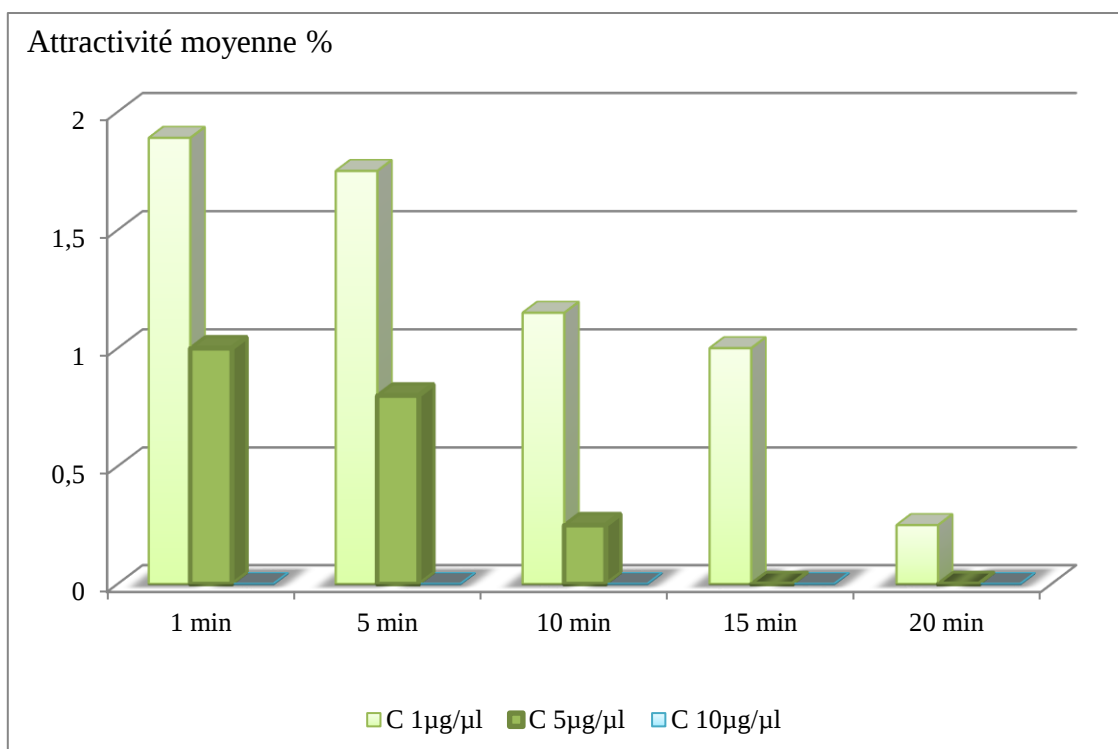


Figure 56 : attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé C aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

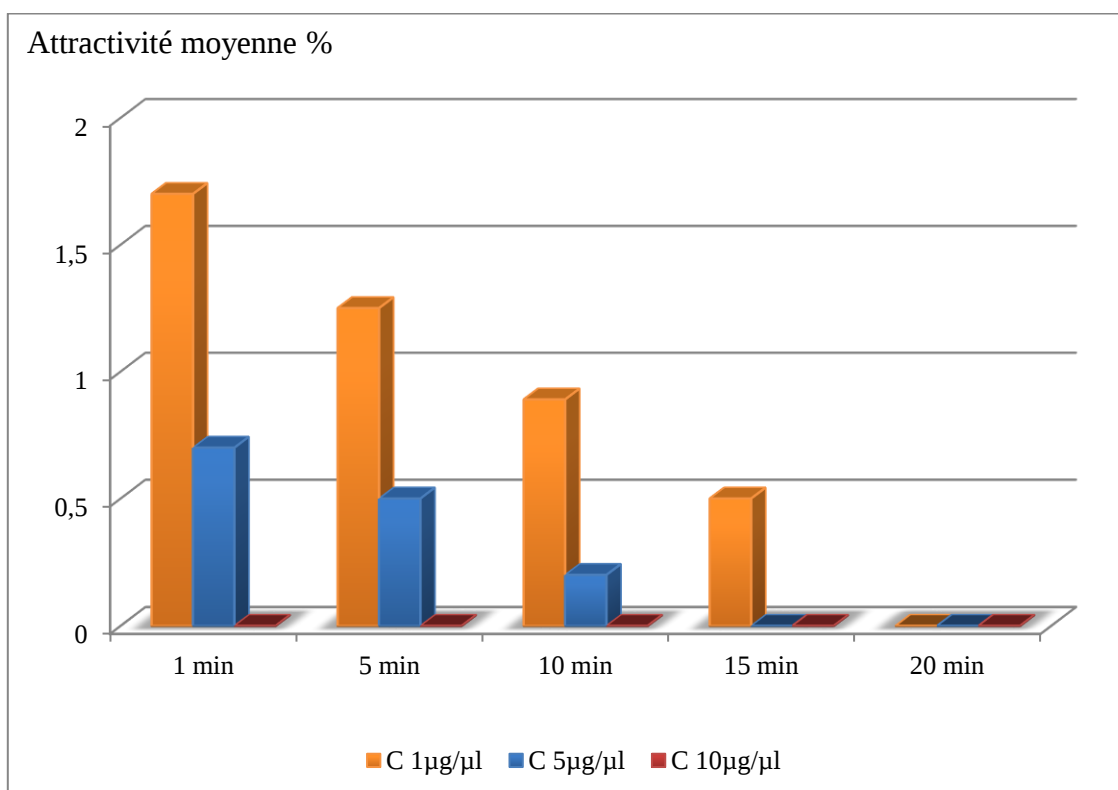


Figure 57 : attractivité des larves âgées par l'action du composé C aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

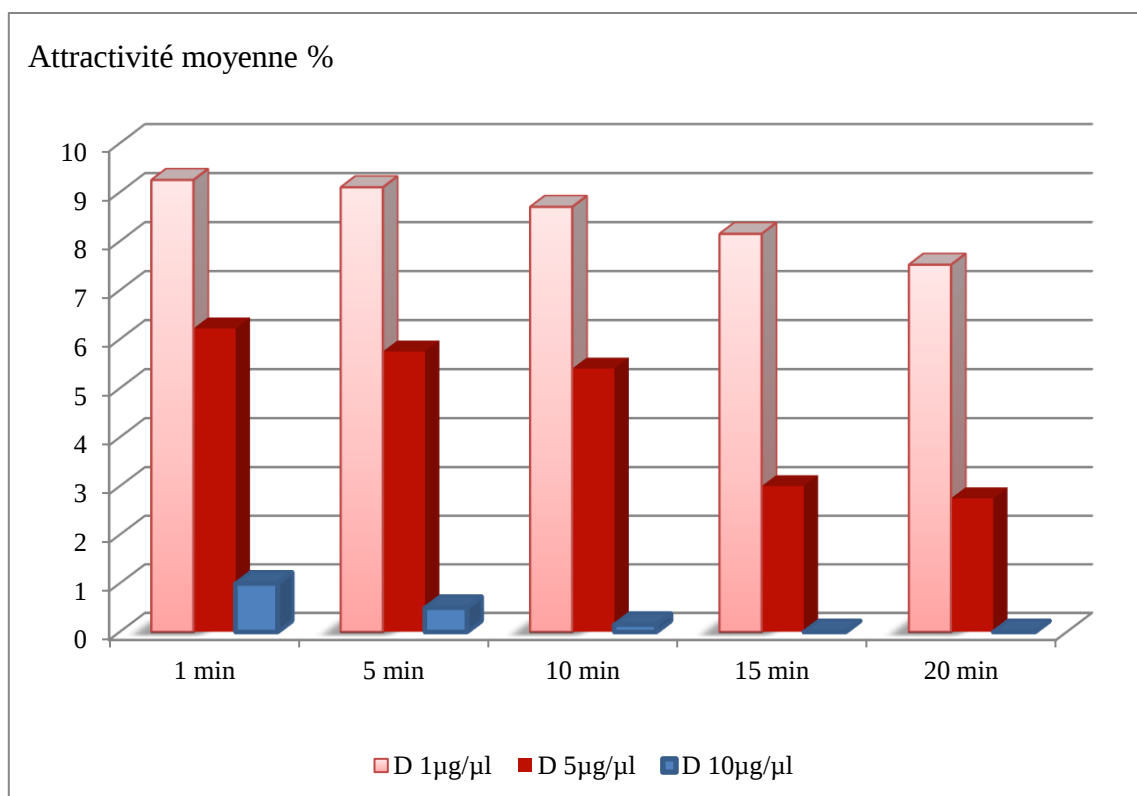


Figure 58 : attractivité des larves néonates juvéniles par l'action du composé D aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

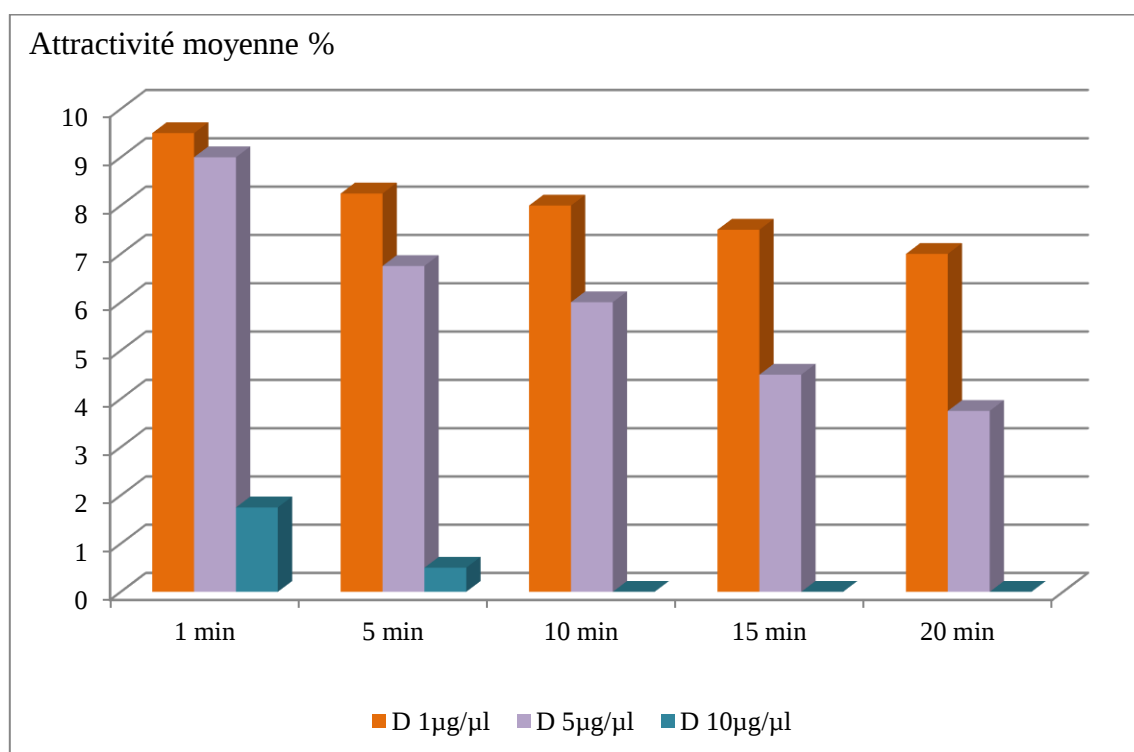


Figure 59 : attractivité des larves âgées par l'action du composé D aux différentes doses (1µg/µl, 5µg/µl, 10µg/µl).

L'attractivité moyenne des larves néonates du carpocapse du pommier *C.pomonella* varie en fonction des mélanges testés. Elle diminue proportionnellement avec l'augmentation des doses utilisées et la durée d'expérimentation.

Dès la plus faible dose de 1µg/µl, le mélange D (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene) et le mélange B (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β-Farnesene) montrent un effet attractif qui s'exprime avec 9,25 et 9 en moyenne de larves néonates juvéniles pour le mélange D et pour le mélange B respectivement après 1min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne égale à 9,1 pour le mélange D, et 8,45 pour le mélange B. L'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue pour atteindre 7,52 pour le mélange D, et 6,78 pour le mélange B, au bout de 20 min d'exposition,

A la dose 5µg/µl, l'attractivité moyenne des mélanges D et B diminue et s'exprime avec 6,22 et 5,19 en moyenne sur les larves néonates juvéniles pour le mélange D et pour le mélange B respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne égale à 5,75 pour le mélange D, et 4,65 pour le mélange B. L'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue pour atteindre 3,75 pour le mélange D et 1,75 pour le mélange B, au bout de 20 min d'exposition,

A la plus forte dose de 10µg/µl, l'action des deux mélanges diminue considérablement du fait de la taille réduite des larves néonates qui semblent très sensibles et cherchent à fuir la source d'odeur à concentration élevée. Elle s'exprime avec une moyenne de 1 et 0 sur les larves néonates juvéniles pour le mélange D et pour le mélange B respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne égale à 0,5 pour le mélange D, et au bout de 20 min d'exposition, l'effet attractif du mélange de composés organiques volatils D atteint 0.

L'attractivité moyenne de ces deux mélanges D et B diminue au fur et à mesure que les doses augmentent, cela peut être expliqué par le fait que les larves néonates présentent une tailles assez réduite qui semblent être désorienté et affaibli en présence de composés organiques volatils à des doses élevées.

L'effet attractif moyen des deux mélanges diminue légèrement sur les larves âgées de 2 jours. Le temps d'expérimentation ainsi que l'âge des larves joue un rôle non négligeable dans le comportement de reconnaissance et d'attraction ou de non reconnaissance et de répulsion.

A la plus faible dose de $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$, les mélanges D et B marquent un effet attractif qui s'exprime avec 9 et 8,9 sur les larves néonates âgées de deux jours pour le mélange D et pour le mélange B respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, elle est de 8,25 pour le mélange D et 8,1 pour le mélange B au bout de 5 min d'exposition. Au bout de 20 min d'exposition, l'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue pour atteindre 7 pour le mélange D, et 5,1 pour le mélange B.

A la dose de $5\mu\text{g}/\mu\text{l}$, l'attractivité moyenne des deux mélanges D et B diminue, elle s'exprime avec 5,95 et 4,25 en moyenne sur les larves âgées de deux jours pour le mélange D et pour le mélange B respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne de 5,20 pour le mélange D, et 3,75 pour le mélange B. L'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue pour atteindre 2,75 pour le mélange D, et 1,5 pour le mélange B, au bout de 20 min d'exposition.

A la plus forte dose de $10\mu\text{g}/\mu\text{l}$, l'action des deux mélanges diminue significativement pour n'enregistrer aucune attractivité du fait de la taille réduite des larves néonates qui semblent très sensibles et cherchent à fuir la source d'odeur à concentration élevée.

Les mélanges A (β -Caryophyllène, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnésène) et C (β -Caryophyllène, Cis-3-Hexen-1-ol, β -Farnésène) expriment un effet attractif relativement assez faible vis-à-vis des larves néonates du carpocapse *C.pomonella* pour les différentes concentrations et pendant toute la durée d'exposition.

A la plus faible dose de $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$, les mélanges A et C marquent un effet attractif réduit qui s'exprime avec 2,15 et 1,89 sur les larves néonates juvéniles pour le mélange A et pour le mélange C respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition l'attractivité moyenne n'est que de 2 pour le mélange A et 1,75 pour le mélange C. L'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue pour atteindre 0,5 pour le mélange A, et 0,25 pour le mélange C, au bout de 20 min d'exposition.

A la dose de 5µg/µl, l'attractivité moyenne des deux mélanges A et C diminue, elle s'exprime avec 1,25 et 1 sur les larves néonates juvéniles pour le mélange A et pour le mélange C respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition l'attractivité moyenne n'est que de 1,1 pour le mélange A et 0,8 pour le mélange C. Au bout de 20 min d'exposition, l'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue fortement pour atteindre une valeur nulle.

A la plus forte dose de 10µg/µl, l'action des deux mélanges diminue significativement pour n'enregistrer aucune attractivité du fait de la taille réduite des larves néonates qui semblent être très sensibles et cherchent à fuir la source d'odeur à concentration élevée.

L'effet attractif moyen des deux mélanges diminue légèrement sur les larves néonates âgées de 2 jours. Le temps d'expérimentation ainsi que l'âge des larves joue un rôle non négligeable dans le comportement de reconnaissance et d'attraction ou de non reconnaissance et de répulsion.

A la plus faible dose de 1µg/µl, les mélanges A et C marque un effet attractif très réduit qui s'exprime avec 2 et 1,7 sur les larves âgées de deux jours pour le mélange A et pour le mélange C respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne égale à 1,7 pour le mélange A et 1,25 pour le mélange C. Au bout de 20 min d'exposition, l'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils diminue fortement pour atteindre 0,25 pour le mélange A et 0 pour le mélange C.

A la dose de 5µg/µl, l'attractivité moyenne du mélange A et du mélange C diminue, elle s'exprime avec 0,95 et 0,7 sur les larves âgées de deux jours pour le mélange A et pour le mélange C respectivement après 1 min d'exposition. Cette attractivité moyenne diminue proportionnellement avec le temps, ainsi au bout de 5 min d'exposition nous avons obtenu une attractivité moyenne égale à 0,56 pour le mélange A, et 0,5 pour le mélange C. Au bout de 20 min d'exposition, l'effet attractif des deux mélanges de composés organiques volatils s'annule pour atteindre 0 pour le mélange A et pour le mélange C.

A la plus forte dose de 10µg/µl, l'action des deux mélanges A et C diminue significativement pour n'enregistrer aucune attractivité du fait de la taille réduite des larves néonates qui semblent très sensibles et cherchent à fuir la source d'odeur à concentration élevée.

Les larves néonates juvéniles et âgées de deux jours semblent présenter une préférence marquée entre les mélanges des composés organiques volatils testés. Ainsi, elles sont attirées fortement par les deux mélanges D et B qui semblent jouer un rôle fortement attractif, néanmoins cette attractivité diminue avec l'âge des larves néonates, l'attractivité moyenne enregistrée pour les larves âgées de deux jours est moins élevée que celle enregistrée pour les larves néonates juvéniles de *C. pomonella*.

Les deux mélanges A et C expriment un pouvoir attractif relativement faible vis-à-vis des larves néonates juvéniles et âgées de deux jours qui semblent ne pas apprécier la source d'odeur et cherchent plus tôt à sortir de la boîte de pétri pour la plupart. Il semblerait que ces deux mélanges participeraient plus tôt à un effet répulsif qu'attractif pour les larves néonates du carpocapse du pommier.

L'analyse de la variance à deux critères de classification a révélé des différences non significatives pour le facteur composés organiques ($p=0,09$), et des différences significatives pour le facteur dose ($p=0,04$). Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir deux groupes homogènes : A et B caractérisé par la dose de $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$ et $5\mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour le groupe A et la dose de $5\mu\text{g}/\mu\text{l}$ et $10\mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour le groupes B (Tab. 6 Annexes).

4. Discussion et conclusion

L'étude réalisée porte sur l'effet comportemental des larves néonates en présence de différents milieux. Les jeunes larves néonates présentent une réponse positive en présence des milieux composés de morceaux de pommes et le milieu artificiel élaboré *Spodoptera*. Les larves âgées de deux jours présentent une préférence pour le milieu composé de morceaux de pommes. Nous pouvons dire que l'attractivité du milieu *Spodoptera* diminue proportionnellement avec l'âge des larves.

Les résultats obtenus pour l'action des différents composés organique volatils des différents mélanges à différentes doses vis-à-vis de l'attractivité des larves du carpocapse du pommier *C.pomonella* sont élucidées, pour les larves néonates juvéniles et pour les larves âgées de deux jours. L'attractivité moyenne des larves néonates du carpocapse du pommier varie en fonction des mélanges testés. Elle diminue proportionnellement avec l'augmentation des doses utilisées et la durée d'expérimentation.

Les deux mélanges D (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene) et B (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β -Farnesene) enregistrent une forte attractivité vis-à-vis

des jeunes larves néonates et des larves âgées de deux jours. L'effet attractif moyen des deux mélanges D et B diminue légèrement sur les larves néonates âgées de 2 jours. L'âge des larves joue un rôle non négligeable dans le comportement de reconnaissance et d'attraction ou de non reconnaissance et de répulsion. On appelle attractif tout corps chimique qui est à l'origine de stimuli déterminant de la part de l'insecte une réponse positive (Dethier, 1947).

L'attractivité moyenne de ces deux mélanges diminue au fur et à mesure que les doses augmentent, cela peut être expliqué par le fait que les larves néonates présentent une taille assez réduite qui semblent être désorienté et affaibli en présence de composés organiques volatils à des doses élevées.

Les deux mélanges A (β -Caryophyllène, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnésène) et C (β -Caryophyllène, Cis-3-Hexen-1-ol, β -Farnésène) expriment un pouvoir attractif relativement faible vis-à-vis des larves néonates du carpocapse *C.pomonella* (jeunes et âgées de deux jours) pour les différentes concentrations et pendant toute la durée d'exposition. Il semblerait que ces deux mélanges participeraient plus tôt à un effet répulsif que attractif pour les larves néonates du carpocapse du pommier *C.pomonella*.

La découverte il y a plus de vingt ans du rôle des composés volatils émis par les plantes attirant les ennemis naturels a ouvert la voie à de nombreuses recherches autour des interactions plantes insectes (Dicke et Sabelis, 1988 ; Turlings et *al.*, 1990 ; Mumm et Dicke, 2010). L'ensemble de ces recherches a mobilisé différentes disciplines écologiques (comportementale, évolutive et chimique) et a permis de faire un bond en avant dans la compréhension des communications plantes-insectes.

Au milieu des années 2000, pour la première fois est opérée une diffusion en plein champ des composés organiques volatils (COVs) de synthèse pour tenter de protéger des vignobles et des cultures de houblon en attirant des ennemis naturels généralistes (James et Price, 2004).

A partir des résultats encourageants ayant démontré que les COVs synthétiques favorisent le l'attractivité d'auxiliaires de culture, les recherches se sont élargies à différents types d'agrosystèmes au cours des dernières années (Khan et *al.*, 2008 ; Rodriguez-Saona et *al.*, 2011 ; Simpson et *al.*, 2011). Cependant, la grande majorité des études s'étant intéressé au potentiel des COVs dans la protection des cultures se sont restreinte au cadre de la lutte par contrôle biologique. Les stratégies de lutte de type « Push-Pull » constituent une nouvelle

approche au sein de laquelle il devient possible de tirer profit de l'influence des COVs sur l'ensemble des niveaux d'un système tri-trophique où ils agissent l'orientation des ravageurs.

Gombert et *al.* (2014) ont évalué l'attractivité de substances sémio-chimiques de fleurs et de gousses au champ vis-à-vis de l'espèce *Tychius aureolus* (Coleoptera : Curculionidae), les résultats obtenus mettent en évidence un effet attractif des COV de gousses à l'égard des femelles de cet insecte. Dans le même ordre d'idée, notre étude permet d'évaluer l'attractivité de substances sémio-chimiques identifiées à l'INRA de Versailles en conditions naturelles en vue de les utiliser pour détourner le comportement des larves du carpocapse.

La plus part des chimio-taxies sont provoquées par des substances odorantes contenues dans les végétaux (huiles essentielles, composés volatils), par des substances émises par l'insecte lui-même (attraction sexuel) ou par des substances chimiques de synthèses ; les substances chimiques déterminant une chimio-taxie sont perçues par les organes sensorielles de l'olfaction d'où le nom chimiotropisme-olfactif (Chauvin, 1950).

Le rôle des substances volatiles dans la recherche de plantes hôtes par les larves d'insectes phytophages varient en partie selon les niches occupé par différentes larves dans la biosphère (Jones et Coaker 1978). Les larves de certains ravageurs peuvent même distinguer les différences d'odeur dans la même espèce hôte (Ascoli et Albert 1985, Landolt et *al.* 2000)

Pour les insectes monophages ou oligophages sous terre, certains constituants secondaires de plantes peuvent être des indices spécifiques de recherche d'hôtes (Klingler 1958). La majorité des insectes se nourrissant au-dessus du sol répondent à des composés volatils de plantes spécifique à l'hôte (Jones et Coaker 1978). Par exemple, d'abord les larves du papillon *Heliothis armigera* a répondu aux terpènes (Rembold et *al.*, 1989); les larves néonates du carpocapse, *Cydia pomonella* (L.) à répondu à l' α -farnésène (Sutherland et Hutchins, 1972, 1973; Bradley et Suckling 1995; Witzgall et *al.*, 2005), et les esters alkyliques et éthyliques de l'acide décadiénoïque (Knight and Light 2001).

Casado et *al.* (2006) ont effectué des analyses sur les antennes des mâles du carpocapse *C. pomonella* comme les détecteurs à l'aide de substances volatiles prélevées sur des pommes presque mûres, ils ont identifié six composés qui a provoqué l'activité électro-antennographie, à savoir : acétate hexyle, 4,8-diméthyl-1,3,7-nonatriène, (Z) -3-hexénol, nonanal, butylate hexyle, (E, E) - α -farnésène et 2-cyclopentyl cyclopentanone.

Ansebo et *al.* (2005) ont identifiés des neurones récepteurs olfactifs dans les antennes de la femelle du carpocapse de la pomme *C. pomonella* pour l'ester de poire à savoir : (E, E) - α -farnésène et (E) -4,8-diméthyl-1,3,7-nonatriène.

Coracini et *al.* (2004) ont signalé l'attraction des mâles du carpocapse *C. pomonella* vis-à-vis des mélanges volatils contenant à la fois le 1,3,7-nonatriène et le (E, E) - α -farnésène. Knight et *al.* (2011) ont signalé l'attraction des femelle du carpocapse du pommier vis-à-vis de 4,8-diméthyl-1,3,7-nonatriène.

Les ravageurs utilisent les composés volatiles des plantes comme un signal important pour détecter l'emplacement de leur hôte (Dicke, 2000). Le pommier et le poirier sont les principales plantes-hôtes du carpocapse *C. pomonella*, les larves peuvent s'adapter et se développer également sur le noyer et cognassier, causant ainsi d'important dégâts économiquement non négligeables, plusieurs études ont été menées pour identifier les composés organiques volatils de pomme intervenant dans l'attraction du carpocapse de la pomme (Bäckman et *al.*, 2001, Light et *al.*, 2001; Ansebo et *al.*, 2005; Light et Knight, 2005).

La plupart des études s'étant intéressées au potentiel des COVs de synthèse dans la protection des cultures se sont concentrées pour des raisons pratiques sur la diffusion de composés isolés. Cependant, les quelques auteurs ayant étudié la possibilité de diffuser des mélanges de COVs suggèrent que de tels assemblages modifient plus efficacement le comportement des insectes.

En effet, Tóth et *al.*, 2009 ont par exemple remarqué que l'ajout de salicylate de méthyle permet d'augmenter l'attractivité d'un mélange de deux COVs vis-à-vis de *Chrysoperla carnea* alors que cette chrysope ne répond pas au salicylate de méthyle lorsqu'il est isolé. Une approche intéressante dans l'assemblage de COVs attractifs a été proposée par del Soccoro et *al.*, 2010 qui ont étudié la possibilité de modifier le comportement d'un ravageur à partir d'un mélange de composés volatils émis par des plantes hôtes et des plantes non-hôtes utilisées par l'insecte pour se nourrir.

La combinaison de COVs pour obtenir un mélange tentant de recréer des odeurs émises par des plantes hôtes, présente plusieurs avantages. La réponse d'un insecte à un stimulus olfactif dépend du contexte environnemental : des phénomènes d'apprentissage permettent à un insecte (qu'il soit phytophage ou entomophage) de répondre préférentiellement aux signaux olfactifs émis par un hôte abondant dans l'environnement plutôt qu'aux signaux olfactifs émis

par un hôte peu présent à l'échelle locale (Webster et *al.*, 2008). Un bon mélange pourrait s'avérer moins sensible à ces comportements d'apprentissage et permettrait d'être efficace dans des environnements contrastés. De plus, un mélange de COVs limitant les phénomènes d'apprentissage serait également utile dans un contexte de durabilité des stratégies basées sur la modification comportementale des insectes. Toutefois, il est important de souligner que la détermination des proportions relatives des COVs à inclure au sein d'un mélange reste souvent problématique (Kaplan, 2012).

Ce type de stratégie intègre les deux grands principes sur lesquels repose l'agro-écologie : l'accroissement de la biodiversité et le renforcement des régulations biologiques (Wezel et *al.*, 2009). En effet, la modification de l'habitat et la mise en place de ceintures végétales au sein des parcelles s'appuient sur le premier principe. L'utilisation de COVs s'inspire, quant à elle, des services éco-systémiques impliqués dans le contrôle des populations d'insectes herbivores ravageurs des végétaux.



Conclusion

Durant cette étude, divers aspects de la bioécologie du carpocapse du pommier *Cydia pomonella* ont été traités. Les expérimentations réunies dans les différents chapitres traitent par touches successives, des particularités bioécologiques de cet insecte ainsi que de son activité de ponte, sur pommier de différentes variétés à savoir la Anna, la Golden delicious, la Red delicious (non traité) et la Dorset golden. De plus, un inventaire des arthropodes inféodés à cette culture a été réalisé grâce aux quatre méthodes d'échantillonnage à savoir : le filet à papillon, le filet fauchoir, les pots Barber et les pièges jaunes.

Nos observations sur terrain au niveau des cinq parcelles d'étude montrent les périodes de vol des adultes mâles de *C. pomonella*. Ainsi dans les parcelles de variétés Anna et Dorset golden dans la région de Draa Ben Khedda, le carpocapse marque deux périodes de vols s'étalant sur trois mois allant du mois d'Avril jusqu'à la fin du mois de Juin. Dans les parcelles de variétés Anna, Golden delicious et Red delicious dans la région de Sidi Naâmane, ce micro-lépidoptère présente trois périodes de vols plus ou moins chevauchantes s'étalant sur six mois allant du mois d'Avril jusqu'au mois de Septembre.

Le suivi de l'évolution temporelle des œufs pondus par les femelles de *C. pomonella* par l'observation des feuilles de pommier au laboratoire confirme les périodes d'activités du carpocapse. Les résultats obtenus montrent que ce micro-lépidoptère présente un comportement d'oviposition en fonction de la variété considérée. Deux générations sont rapportées dans le verger de Draa Ben Khedda (versant nord de l'Oued Sibaou), au niveau des deux parcelles d'étude (Anna et Dorset golden), et trois générations sont notées dans le verger de Sidi Naâmane (versant sud de l'Oued Sibaou) étroitement liée à la durée de développement de la plante hôte, au niveau des trois parcelles d'étude (Anna, Golden delicious et Red delicious).

Le choix des adultes du carpocapse vis-à-vis des différentes variétés de sa plante hôte *M. domestica* à savoir la Anna, la Golden delicious, la Red delicious et la Dorset golden au champ, montre que *C. pomonella* est une espèce polyvoltine pourvue d'une aptitude colonisatrice, son cycle biologique est étroitement lié à celui de sa plante hôte pour les différentes variétés. Avant la floraison, aucun adulte de *C. pomonella* n'est observé dans les parcelles pendant les deux années d'étude 2014 et 2015. L'arrivée des premiers papillons coïncide avec la période de floraison de la plante hôte *M. domestica*.

Les observations des dégâts occasionnés par le micro-lépidoptère *C.pomonella* sur arbres ont commencé au début du mois juin après l'apparition des premières perforations des fruits

durant la période de grossissement, au niveau des cinq parcelles d'étude. Nous notons des dégâts de l'ordre de 5,23% à 5,66% dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane), 17,25% à 19,06% dans la parcelle de variété Golden delicious, 45,62% à 46,2% dans la parcelle de variété Red delicious, 5,59% à 4,31% dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) et 4,6% à 4,97% dans la parcelle de variété Dorset golden. L'ampleur des dégâts occasionnés par les populations de *C.pomonella* au niveau de la parcelle de variété Red delicious peut être expliquée par l'absence de traitements phytosanitaires. A partir de ces résultats nous remarquons que les dommages occasionnés par la 2^{ème} et la 3^{ème} génération sont considérables. Les populations de *C.pomonella* se développent librement en l'absence de lutte chimique pouvant occasionner d'importants dégâts comme c'est le cas dans cette parcelle non soumise aux traitements pesticides ou l'ampleur des dommages est élevée. Les dommages occasionnés sont liés à l'effectif des larves, lesquelles dépendent de l'effectif des adultes ayant engendré ces larves. L'emploi de traitement phytosanitaire permet de moduler la densité de population du ravageur *C.pomonella* et les dégâts occasionnés par celui-ci.

Les observations des dégâts occasionnés par le micro-lépidoptère *C.pomonella* sur fruits tombés au sol ont commencé le premier juin au niveau des cinq parcelles d'études. Les pertes perpétrées par *C. pomonella* sur fruits tombés au sol atteignent 5,5% à 6,7% dans la parcelle de variété Anna (Sidi Naâmane), 16,07% à 16,87% dans la parcelle de variété Golden delicious, 42,9% à 44,37% dans la parcelle de variété Red delicious, 3,66% à 3,88% dans la parcelle de variété Anna (Draa Ben Khedda) et 3,78% à 5,3% dans la parcelle de variété Dorset golden. Nous signalons que dans les conditions normales d'un verger de pommier, les fruits peuvent tomber pour différentes causes (aléas climatiques, culturales, attaques du carpocapse...etc.).

La lutte au champ, doit viser les adultes, afin d'empêcher la ponte, les œufs et les larves néonates (stade vulnérable) avant leur pénétration dans les fruits. Les possibilités des déplacements des adultes font que la lutte doit être entreprise dans toute la région, avec sensibilisation des agriculteurs.

Les espèces d'arthropodes inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours des deux années 2014 et 2015 sur culture de pommier au niveau des cinq parcelles de quatre variétés à savoir : Anna, Golden delicious Red delicious (écologique) et Dorset golden, dans les régions de Draa Ben Khedda et de Sidi Naâmane. Durant cette période d'échantillonnage nous avons capturé 359 espèces réparties en 131 familles, appartenant à 13 ordres et à 4

classes d'arthropodes (Crustacés, Arachnides, Collemboles et insectes). La classe la mieux représentée est celle des insectes avec une fréquence centésimale de 95,78%.

Les valeurs des espèces capturées une seul fois et en un seul exemplaire par les différentes méthodes d'échantillonnage au niveau des cinq parcelles d'étude sont comprises entre 0,03 et 0,25 ce qui indique que la qualité d'échantillonnage est jugée très bonne car les valeurs se rapproche de zéro.

La richesse totale des espèces récoltées par l'utilisation des quatre méthodes de capture dans les cinq parcelles prospectées est en fonction de l'aspect variétale des parcelles et du type de piège employé. En utilisant le filet papillon, la richesse totale est de 38 espèces pour la variété Red delicious, 23 espèces pour la variété Dorset golden, 21 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 12 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane et Draa ben Khedda). Avec le filet fauchoir, la richesse totale est de 231 espèces capturées pour la variété Red delicious, 136 espèces pour la variété Dorset golden, 121 espèces pour les variétés Anna (Sidi Naâmane) et Golden delicious, et enfin 100 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda). Les pots Barber ou piège terrestres ont permis de capturer un total de 124 espèces pour la variété Red delicious, 97 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 82 espèces pour la variété Dorset golden, 71 espèces pour la variété Golden delicious, et enfin 57 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda). Une richesse totale de 124 espèces est récoltée avec les pièges colorés ou aériens pour la variété Red delicious, 52 espèces pour la variété Anna (Sidi Naâmane), 50 espèces pour la variété Dorset golden, 42 espèces pour la variété Anna (Draa ben Khedda), et enfin 41 espèces pour la variété Golden delicious.

Les valeurs des fréquences centésimales appliquées aux ordres d'arthropodes recensées au niveau des cinq parcelles étudiées varient d'un type de piégeage à un autre et suivant les variétés étudiées, chaque méthode d'échantillonnage est relative à un groupe d'ordre représentatif ; ainsi par l'emploi du filet à papillon, l'ordre des Lépidoptères domine avec des valeurs comprises entre 82,24% et 92,74%. Par l'utilisation du filet fauchoir, l'ordre des Coléoptères domine avec une abondance égale à 25,78%, suivi par les Hyménoptères avec des valeurs comprises entre 28,90% et 30,30%. Par l'utilisation des pièges aériens, l'ordre des Diptères domine avec une abondance égale à 40%, suivi par les Hyménoptères avec des valeurs comprises entre 28,64% et 35,22%. Par l'utilisation des pots Barber, l'ordre des Coléoptères domine avec des valeurs comprises entre 36,49% et 54,41%.

Les régimes alimentaires des insectes sont d'une extrême diversité, du fait des structures et fonctionnement des pièces buccales, de la division structurale et fonctionnelle du tube digestif (Beaumont et cassier, 1983). Ainsi nous avons établi une répartition en fonction des différentes catégories trophiques selon nos observations personnelles et la bibliographie consultée. Nous avons pu distinguer 9 grands ensembles parmi les 359 espèces d'insectes retenus. Les valeurs des fréquences centésimales appliquées aux espèces d'arthropodes échantillonnées au niveau des cinq parcelles étudiées suivant leurs régimes trophiques varient d'un type de piégeage à un autre, et suivant la parcelle étudiée ; ainsi par l'emploi du filet à papillon, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 73,03% et 92,76%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 3,22% et 18,47%. Par l'utilisation du filet fauchoir, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 28,04% et 49,69%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 17,62% et 28,07%. Par l'utilisation des pièges aériens, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 19,37% et 48,12%, suivi par les prédateurs avec des valeurs comprises entre 12,82% et 24,25%. Par l'utilisation des pots barber, le groupe des phytophages domine avec des valeurs comprises entre 22,21% et 46,41%, suivi par les prédateurs avec 33,10% et 41,99%.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver sont assez élevée au niveau des cinq parcelles d'études, elles varient de $H' = 2,69$ bits à $H' = 4,67$ bits pour le filet à papillon ; de $H' = 5,82$ bits à $H' = 7,39$ bits pour le filet fauchoir ; de $H' = 4,72$ bits à $H' = 6,21$ bits pour les pièges terrestres et de $H' = 4,62$ bits à $H' = 6,63$ bits pour les pièges aériens. L'équitabilité obtenue pour chaque type de piège suivant les cinq parcelles d'études varie de $E = 0,74$ à $E = 0,95$, ces valeurs tendent vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les espèces de du milieu au niveau de chaque parcelles.

L'étude sur l'effet comportementale des larves néonates en présence de différents milieux est réalisée. Les jeunes larves néontaes présentent une réponse positive en présence des milieux composés de morceaux de pommes et spodoptera. Les larves néonates âgées de deux jours présentent une préférence pour le milieu composé de morceaux de pommes. Nous pouvons dire que l'attractivité du milieu spodoptera diminue proportionnellement avec l'âge des larves.

Les résultats obtenus pour l'action des différents composés organique volatils des différents mélanges à différentes doses vis-à-vis de l'attractivité des larves du carpocapse du

pommier *C.pomonella* sont élucidées, pour les larves néonates juvéniles et pour les larves néonates âgées de deux jours. L'attractivité moyenne des larves néonates du carpocapse du pommier varie en fonction des mélanges testés. Elle diminue proportionnellement avec l'augmentation des doses utilisées et la durée d'expérimentation.

Les deux mélanges D (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, Farnesene) et B (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexenyl acetate, β -Farnesene) enregistrent une forte attractivité vis-à-vis des jeunes larves néonates et des larves néonates âgées de deux jours. L'effet attractif moyen des deux mélanges D et B diminue légèrement sur les larves néonates âgées de 2 jours. L'âge des larves joue un rôle non négligeable dans le comportement de reconnaissance et d'attraction ou de non reconnaissance et de répulsion.

L'attractivité moyenne de ces deux mélanges diminue au fur et à mesure que les doses augmentent, cela peut être expliqué par le fait que les larves néonates présentent une tailles assez réduite qui semblent être désorienté et affaibli en présence de composés organiques volatils à des doses élevées.

Les deux mélanges A (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, Farnesene) et C (β -Caryophyllene, Cis-3-Hexen-1-ol, β -Farnesene) expriment un pouvoir attractif relativement faible vis-à-vis des larves néonates du carpocapse *C.pomonella* (jeunes et âgées de deux jours) pour les différentes concentrations et pendant toute la durée d'exposition. Il semblerait que ces deux mélanges participeraient plus tôt à un effet répulsif que attractif pour les larves néonates du carpocapse du pommier *C.pomonella*.

La protection des cultures contre les ravageurs et la conservation des récoltes est sans doute la préoccupation de tout agriculteur. Ainsi, il faut encourager d'autres travaux sur la connaissance de la bioécologie de ce ravageur dans d'autres régions d'Algérie pour pouvoir cerner les dégâts causés par cet insecte et envisager une technique de lutte adéquate, notamment l'utilisation des bio-pesticides qui visent à réduire les populations de *C. pomonella* ainsi qu'un élevage de masse des parasitoïdes spécifiques, notamment *Trichogramma daumalae*, pour ramener les densités des populations de ce ravageur à un seuil de nuisibilité économiquement tolérable.

La prolifération des arthropodes et de leur diversité est favorisée par l'absence de traitement phytosanitaire dans la parcelle de variété Red delicious. Par conséquent, nous notons la

présence d'une faune auxiliaire très variée composée de prédateurs et de parasitoïdes avec des valeurs importantes pour maintenir les populations de ravageurs à un niveau économiquement acceptable. L'identification de ces arthropodes et de leurs relations trophiques constitue une base scientifique importante, susceptible de contribuer à l'établissement d'une stratégie de contrôle intégrée appropriée au sein de ces agro-écosystèmes, dans la perspective d'une approche alternative de l'utilisation des pesticides et de la préservation de la biodiversité et l'environnement.

L'utilisation des composés organiques volatils pourrait se révéler une alternative pour la régulation des dommages causés par le carpocapse des pommes *Cydia pomonella*, en modifiant le comportement de l'herbivore en faveur de la plante hôte par l'élaboration de composés agissant en stimuli répulsifs vis-à-vis du ravageur.

Références
Bibliographiques

1. **Aberkane-Ounas N, 2013.** Inventaire des insectes inféodés à la vigne *Vitis vinifera* L dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Thèse magister, université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 82p.
2. **Achoura A, 1996.** Influence des différents facteurs écologiques sur la dynamique des populations de la cochenille blanche *Parlatoria Blanchardi* (Coccidae, Diaspindae) à El Kantara et El-Outaya. Thèse magister agronomie, Université de Batna, 234p.
3. **Achoura A, et Belhamra M, 2010.** Aperçu sur la faune arthropodologique des palmeraies d'El Kantara. Courrier du savoir. Université de Biskra, N 10 pp 93-101.
4. **Agence International de l'Energie Atomique, 2016.** La technologie nucléaire au service des objectifs du développement durable, 36p.
5. **Allili F, 2008.** Psylle du poirier *Caccopsylla pyri* (Homoptera : Psyllidae) à Birtouta, aux Eucalyptus et à Reghaïa : dynamique des populations, ennemis naturels et entomofaune associés. Thèse magister, ENSA, El Harrach, 182p.
6. **Andre, L., 1873.** Dictionnaire de pomologie, Volumes 3. [Disponible en ligne : <http://pomologie.com/oc/index.html>].
7. **Ansebo L, Ignell R, Löfqvist J, et Hansson BS, 2005.** Responses to sex pheromone and plant odors by olfactory receptor neurons housed in *sensilla auriculica* of the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Insect Physiology 51: 1066-1074.
8. **Ascoli A, et Albert J.P, 1985.** Orientation behavior of second-instar larvae of eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae) in a y-type olfactometer. Journal of Chemical Ecology, Volume 11, Issue 7, pp 837–845.
9. **Auber, L. (1999).** Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232P.
10. **Audemard H., 1973 :** estimation des populations du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en lutte intégrée par le contrôle visuel des pénétrations larvaires. Edition INRA. Montfavet. France. pp : 136-176.
11. **Audemard H., 1976 :** « Étude demoécologique du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en verger de pommier de la basse Vallée du Rhône ». Possibilités d'organisation d'une lutte intégrée. Thèse d'état. Université F. Rabelais, Tours, 365 P.
12. **Audemard H., 1977 :** « Dynamique des populations de carpocapse (L. P. L.) en verger de pommier ». Bulletin écologique. INRA, France, pp : 144-150.
13. **Audemard H., 1979 :** Le piégeage du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) avec la phéromone sexuelle de synthèse E-8, E-10 DDol dans la lutte raisonnée en verger de pommier en France INRA. Station de zoologie, Avignon, pp : 565-585.

14. **Audemard H., Gendrie J.P. et Jeay M., 1990** : Lutte raisonnée contre la tordeuse orientale (*Cydia molesta* Busck) en verger de pêcher ANPP. Paris. (2) : 525-531.
15. **Bäckman A.C, Bengtsson M, Borg-Karlson A.K, Liblikas O, et Witzgall P, 2001.** Volatils from apple *Malus domestica* eliciting antennal responses in female codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae): effect of plant injury and sampling technique .Z. Naturforsch. 56: 262-268.
16. **Baggiolini, M. et Wildbolz, T.H. (1965).** Comparaison de différentes de recensement des populations d'arthropodes vivant aux dépens du pommier. Station Fédérale d'essais Agricoles, Suisse, 248- 264
17. **Bagnouls F. et Gaussen H., 1953** : « Saison sèche et indice xérothermique », Bulletin société histoire naturel. Toulouse : 193 - 239.
18. **Bailey, L. G., et Bailey, E. Z. 1976.** Hortus Third: A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada. McMillan Publishing Co., New York (New York), 278p.
19. **Bain, J. M. and Robertson R. N., 1950.** Cell size, cell number, and fruit development. The physiology of growth in apple fruits: 75-91.
20. **Balachowsky A. et Mesnil L., 1935** : « Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur destruction ». T1. Edition Busson, Paris, pp : 298-469.
21. **Balachowsky A., 1966** : « Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture ». T2, Lépidoptères, Vol.1 Ed. Masson, Paris : 456 – 893.
22. **Balachowsky, A. (1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture des coléoptères. Tome I. Ed. Masson, Paris, 564 p.
23. **Barbault.R, 1981** – Ecologie des populations et des peuplements. Ed., Masson.et C, Paris, 200p.
24. **Baziz B., 2002** : bioécologie et régime alimentaire de quelques rapaces dans différents localités en Algérie- cas du faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758, de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1769), du hibou moyen duc *Asio otus* (Linné, 1758) et du Hibou grand- duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* Savigny, 1809. Thèse de Doctorat d'état, Institut national agronomie, El Harrach, 499p.
25. **Beaumont, A. et Cassier, P. (1983).** Biologie animale des protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. Tom II. Edition DUMON Université, Paris, 954 p.
26. **Beddiaf R, Kherbouche Y, Sekour M, Souttou K, Ababsa L, Djillali K, Ebouz A, Guerzou L, Hamid Oudjana A, Hadj Sayed A et Doumandji S, 2014.** Aperçu sur la faune

arthropodologique de Djanet (Tassili N'Ajjer, Algérie). Revue El Wahat pour les recherches et les études vol (7) 2 : 70-78.

27. **Behboudian M. H, Mills T. M., 1997.** Deficit irrigation in deciduous orchards. Horticultural Reviews 21: 105-131.

28. **Belioffi E., Brader L., 1975 :** « Méthodes de lutte intégrée et de lutte biologique en agriculture », Informations Internes Sur L'agriculture, N 149. France. 81p.

29. **Belkadi S et Hamli C., 1998 :** Etude du comportement du carpocapse du pommier (*Laspeyresia pomonella* L.) et estimation des dégâts au niveau de la SRPV de Aïn-touta. 2^{èmes} journées techniques phytosanitaire (24/25 Nov.) INPV : 78-86.

30. **Belmadani K, Hadjsaid H, Boubekka A, Metna B, et Doumandji S, 2014.** Arthropods distribution to vegetal strata in pears tree orchards near Tadmait (Grande Kabylie). International Journal of Zoology and Research, vol 4 issue 3: 1-8.

31. **Ben-Ameur-Saggou H, 2009.** La faune des palmeraies d'Ouargla : interactions entre les principaux écosystèmes. Thèse de magister, université Kasdi Merbah Ouargla, 184p.

32. **Benkhelil M. L., 1992.** Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office Pub. Université d'Alger, 68 p.

33. **Berchiche S., 2004.** Entomofaune de *Triticum aestivum* et de *Vicia fabae* Etude des fluctuations d'*Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae) dans la station expérimentale (I.T.G.C.) de Oued Smar. Thèse Magister., E.N.S.A, El-Harrach, 274 p.

34. **Berland, L. (1999).** Atlas des Hyménoptères de France. Tome II. Ediyion Boubée, Paris, 198 p.

35. **Bloesch B et Viret O., 2013 :** Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture. Vol. 45 (2): 128–131

36. **Blondel J, 1979.** Biogéographie et écologie. Edition Masson, Paris, 173p.

37. **Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). Revue Ecologie (Terre et vie), Vol. XXIX, (4) : 533 – 589.

38. **Boré J.M et Fleckinger J., 1997.** Pommier à cidre, variétés de France. INTRA : 11-12.

39. **Borioli P., Filleron E., Géa A., Hucbourg B., Libourel G., Masson R., Mouiren C., et al. 2013.** Guide de protection fruitière intégrée. Objectifs Info Arboriculture, 13p.

40. **Bouvier J.C., Ricci B., Agerberg J., Lavigne C. 2011.** Apple orchard pest control strategies affect bird communities in southeastern France. Environmental Toxicology and Chemistry 30 (1): 212–219.

41. **Bovey R., 1934 :** « Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia* (Carpocapsa) pomonella L. en Suisse Romande », Le vol des papillons en ig32, ig33 : 45-65
42. **Bradley SJ, et Suckling DM, 1995.** Factors influencing codling moth larval response to α -farnesene. Entomologia Experimentalis et Applicata, Vol 75, issue 3: 221-227.
43. **Brahim I, Lombarkia N, et Medjedba A, 2013.** Etude du comportement de ponte du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera ; Tortricidae) sur deux variétés de pommier (*Malus domestica* Borkh.). Agronomie africaine, Vol 25 (3) : 72-82.
44. **Bretaudeau J et Faure y, 1991.** Atlas d'arboriculture fruitière (pommier-poirier-nashi). Ed. Tec et Doc Lavoisier, 3 Edition .vol II.207 p.
45. **Bretaudeau J., 1978.** Atlas d'arboriculture fruitiere. VII. Edité par J.B. Bailliére. Paris. Pp 5-148.
46. **Brown A. G. 1975.** Apples. In: Advances in fruit breeding, Janick J. and Moore J. N. eds West Lafayette. Purdue University Press, 3-37.
47. **Bulletin de Santé Du Végétal., 2013 :** arboriculture fruitière, Nord-Pas de Calais-Picardie, France, 12p.
48. **Cabi. 2012.** Crop protection compendium. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni, 7p.
49. **Campbell, C.S., C.W. Greene, and T.A. Dickinson. 1991.** Reproductive biology in subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). Systematic Botany 16: 333-349.
50. **Carde R.T, Minks A.K. 1995.** Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. Annual Review of Entomology 40 (1): 559–585.
51. **Carter K., 2006 :** Que faire en cas de problème de lutte contre le carpocapse dans les vergers de l'Ontario. Horticulture, MAAARO. Ontario. Canada. 3 p.
52. **Casado D, Cemenio C, Avilla J, et Riba M, 2006.** Day night and phenological variation apple tree volatiles and electroantennogram responses in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Environmental Entomology 35:258-267.
53. **Chafaa S., 2008 :** contribution à l'étude biocénotique d'un bio agresseur du pommier (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera : Tortricidae) et estimation des dégâts dans la région de Aintouta (Batna). Thèse Magister Agronomie, ENSA d'El Harrach, Alger, 69 p.
54. **Chaouia, C. H., Mimouni, N., Trabelsi, S., Benrebiha, F.Z., Boutekrabt, T.F. et Chisholm P., Gardiner M., Moon E., Crowder D.W. 2014.** Tools and techniques for investigating impacts of habitat complexity on biological control. Biological Control In Press.

55. **Charmillot P.J., 1980** : Etude des possibilités d'application de la lutte pour la technique de confusion contre le carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). Thèse Doctorat Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, 122 p.
56. **Chasset L., et Saint Olive P., 1947.** Le verger français, Tome II. Fruits locaux et régionaux, pommes américaines, 197p.
57. **Chatenet, G. (1990).** Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. DELACHAUX et NIESTLE, Paris, 479 p.
58. **Chauvin, 1950.** Le Transport Des Proies Chez Les Fourmis. Behaviour, Volume 2, Issue 1, pages 249 – 256.
59. **Chikhi R., et Doumandji S., 2010.** La diversité faunistique et relation trophique dans un verger de néfliers à Rouiba (Mitidja orientale) et le problème des dégâts des oiseaux. Journées Nationales Zoologie agricole et forestière, 19 - 21 avril 2010, Département de Zoologie agricole forestière, ENSA d'El Harrach, p. 58.
60. **Chinery M., 1988.** Insectes d'Europe occidentale. Edition Arthraud. Paris, 307p.
61. **Chouiet N et Doumandji-Mitiche B, 2012.** Biodiversité de l'arthropodofaune des milieux cultivés de la région de Ghardaïa (sud Algérien). 3^{ème} congrès de zoologie et d'Ichtyologie, Marrakech, 13p.
62. **Chouinard G. Firlej A. Vanoosthuyse F. et Vincent C., 2000** : « Guide d'identification des ravageurs du pommier et de leurs ennemis naturels ». Conseil des productions végétales du Québec, 69p.
- Chouinard G., Vincent, C., Langlais G. et Roy M., 1996.** Régie des populations de *Cydia pomonella* (Lepidoptera : Tortricidea) dans les vergers commerciaux du Québec avec des phéromones de synthèse. Phytoprotection, Volume 77, Issue1 : 57–64.
63. **Chouinard, G. Firlej, J. A. Vanoosthuyse F. et Vincent, C, 2000.** Guide d'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels. Conseil des productions végétales du Québec, Québec. 69p.
64. **Colignon, P., Hastir, P., Gaspar, C. et Francis, F, 2000.** Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. Parasitica 56 (2- 3): 59- 70.
65. **Coracini M, Bengtsson M, Liblikas I, and Witzgall P, 2004.** Attraction of codling moth males to apple volatiles. Entomologia Experimentalis et Applicata, 110: 1-10.
66. **Cormier F. Pelletier D. Vanoosthuyse F. Chouinard G. Bellerose. Aubery O. Lucas E. et Morin Y., 2005.** « Lutter contre le carpocapse de la pomme par l'utilisation de nouveaux

moyens à risques réduits ». Québec. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 9p.

67. Cornille, A, Gladieux, P, Smulders MJ, Roldán-Ruiz I, Laurens F, Le Cam B, Nersesyan A, Clavel J, Olonova M, Feugey L, Gabrielyan I, Zhang XG, Tenaillon MI, Giraud T, 2012. "New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties." *Plos Genetics* 8(5): e1002703.

68. Coutin R. 1960. Le carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.), A.C.T.A., Paris, 48 p.

69. Dajoz R, 2006 : Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 630p.

70. Dajoz R., 1971 – Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 434 p.

71. Dajoz R., 1979 : Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris. G. V : 549p.

72. Dajoz, R. 1975. Précis d'écologie. Ed. Gautier- Villars, Bordas, Paris, 549 p.

73. Dajoz R, 1980. Ecologie des insectes forestiers. Gauthier-Villards. Paris (in French), 489p.

74. Debouzie D, et Thioulouse J, 1986. Statistics to Find Spatial and Temporal Structures in Populations. Pest Control: Operations and Systems Analysis in Fruit Fly Management, 263-282

75. Debras JF, Dussaud A, Rieux R, Dutoit T. 2007. Recherche prospective sur le rôle « source » des haies en production fruitière intégrée. Le cas des perce-oreilles : *Forficula auricularia* L. et *Forficula pubescens* Gené. *Comptes Rendus Biologies*, 330 (9): 664– 673.

76. Debras, J. F. (2007). Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs: Le cas de Psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du Sud- est de la France. Thèse de Doctorat en sciences de la vie. Université D'Avignon, pays de Vaucluse. 240 p.

77. Del Soccoro AP, PC Gregg et AJ Hawes, 2010. Development of a synthetic plant volatile-based attracticide for female noctuid moths. III. Insecticides for adult *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), 16p.

78. Delahaye T. et Vin P. 1997. Le pommier. 1er Edition Actes Sud. Paris. 88p.

79. Delassus, M., Brichet, J., Balachowsky, A., Lepigne, A. (1930). Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens de pratiques de les combattre. Edition Recherche Agronomique. Algérie : 35-62.

80. Delvare G et Aberlenc H.P, 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clé pour la reconnaissance des familles. Ed. Cirad, France, 298 p.

81. **Dethier VG, 1947.** Chemical insect attractants and repellents. Blakiston, Philadelphia, 13p.
82. **Diab N, et Deghiche L, 2014.** Arthropodes présents dans une culture d'olivier dans les régions Sahariennes, cas de la plaine d'El Outaya. Dixième conférence internationale sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier, 11p.
83. **Dicke M, 2000.** Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods: a multitrophic perspective. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol 28, Issue 7 : 601-617.
84. **Dicke M. and Sabelis M.W, 1988.** Info-chemical Terminology: Based on Cost-Benefit Analysis Rather than Origin of Compounds? Vol. 2, No. 2 : 131-139.
85. **Direction Des Services Agricole De Tizi-Ouzou, 2015.** Surface et production des pommes dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Bilan de statistiques agricoles, 3p.
86. **Direction des Services Agricole de Tizi-Ouzou, 2018.** Surface et production des pommes dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Bilan de statistiques agricoles, 10p.
87. **Djetti T, Hammache M, Boulaouad B.A, et Doumandji S, 2015.** L'arthropodofaune de la culture du maïs dans deux étages bioclimatiques différents en Algérie. Association pour la conservation de la biodiversité dans le Golf Gabes, 1p.
88. **Dubuis PH, 2010.** Revue suisse Viticulture. Arboriculture. Horticulture. Vol. 42 (1): 7.
89. **Durel C. E., Calenge F., Laurens F., Parisi L., Brisset M. N., Paulin J. P., et Lespinasse Y., 2002 :** Organisation génomique des facteurs de résistance aux bio-agresseurs chez le pommier. 12ème colloque sur les recherches fruitières. Les aspects de la biologie moléculaire en arboriculture fruitière. Bordeaux, pp : 30-31.
90. **Emberger L., 1952 :** « Une classification biogéographique des climats ». Uni Montpellier. Série botanique. Fac 7.
91. **Estienne P et Godard A, 1970.** Climatologie. Paris, Armand Colin, collection U, 365p.
92. **Food and Agriculture Organization, 2018.** Production mondiale de pommes, 4p.
93. **Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1984 -** Ecologie. Ed. Baillière J. B., Paris, 168 p
94. **Fekkoun S, Ghezali D, et Doumandji S, 2011.** Effet des conditions climatiques sur l'entomomacrofaune du verger d'agrumes dans la plaine de Mitidja. Séminaire international protection des végétaux, 11p.
95. **Frah N, Baala H, et Loucif A, 2015.** Etude d'arthropodofaune dans un verger d'olivier à Séfiane (wilaya de Batna Est Algérien). *Lebanese Science Journal*, 16 (2) : 37-45.

96. **Fraval A., 2002.** Elles aussi, elles aiment les insectes, les Gambusies. Insectes, 125(2) : 14-16.
97. **Frezal, P. (1939).** Notes sur le cycle évolutif de *Laspeyresia pomonella* L. dans la région de Tlemcen. Annales de l'institut agricole et des services de recherches et d'expérimentation agricoles de l'Algérie. 1 (1) : 151-169.
98. **Fritas S, 2012.** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna, Algérie. Thèse de magister, université de Tlemcen, 115p.
99. **Gabtini A., 1995 :** vols et dégâts du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) (Lepidoptera : Tortricidea) dans certains verger de Tunisie. Annales de l'INRA. Pp : 296-309.
100. **Gautier. M., 1993.** La culture fruitière. vol I., l'arbre fruitier. Edition Lavoisier, 11, rue Lavoisier. Paris. 594 PP.
101. **Gautier M., 2001 :** La culture fruitière. Les productions fruitières. Volume 2. Edition. Technique et Documentation. Paris, 665 p.
102. **Giraud H., Cornille A., et Giraud T., 2014.** Les pérégrinations du pommier domestique, 439 : 36-41.
103. **Gombert J, Dupuy A, Prud'homme V, Dumortier J, Frerot B et Deneufbourg F, 2014.** Vers une stratégie de protection intégrée pour lutter contre *Tychius aureolus* en luzerne porte-graine. Dixième Conférence Internationale Sur Les Ravageurs En Agriculture Montpellier, 9p.
104. **Grisvard, P., Chaudu, M. V., Chouard, P., Guillaumin, A. et Schnetter, R. (1977).** Le bon jardinier. Encyclopédie horticole. Edition La maison rustique. 1479- 1487.
105. **Guennelon G, Audemard H, Fremond J.C, et El Idrissi Ammari M.A, 1981.** Progrès réalisés dans l'élevage permanent du Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) sur milieu artificiel. Agronomie, EDP Sciences, vol (1) :59-64.
106. **Guermah D et Medjdoub Bensaada F, 2016.** Inventaire de la faune arthropodologique sur pommier de variété Dorset golden dans la région de Tizi-Ouzou. Algérie, 6p.
107. **Guermah D et Medjdoub Bensaada F, 2018.** Dégâts causés par le carpocapse *Cydia pomonella* L. dans deux parcelles de pommier de variété Dorset golden dans la région de Draa Ben Khedda et Golden delicious dans la région de Sidi Naâmane (Algérie). Lebanese Science Journal. Vol 19 (3) :375-387p.
108. **Guerzou A, Derdouk W, Guerzou M et Doumandji S, 2014.** Arthropod diversity in 3 step region of Djelfa area (Algeria). International journal of zoology and research, 4: 41-50.

109. **Guettala, Frah. N., 2009.** Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des Principaux Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. Diplôme de Doctorat D'état Université de Batna. pp 6-7.
110. **Guiheneuf y. 1998.** Production fruitière. Synthèse agricole. Bordeaux, p21.
111. **Harris S.A., Robinson J.P., Juniper B.E., 2002.** Genetic clues to the origin of the apple. Trends in Genetics 18, 426-430.
112. **Hautier L., Patiny S., Thomas-Odjo A. et Gaspar M. Ch., 2003.** Evaluation de la biodiversité de l'entomofaune circulante au sein d'associations culturales au Nord Bénin. Notes faunistiques de Gembloux, 52 : 39 – 51.
113. **Heller R., Esnaut R. et Lance C 2000.** Formation des fruits et des graines. Physiologie végétale. 2-Développement, 384p.
114. **Hmimina M., 2007.** Programme nationale de transfert de technologie en agriculture, *Direction de la Stratégie et des Statistiques*, l'institut agronomique et vétérinaire Hassan II, arboriculture fruitière, Maroc, N158 Identification". Washington state university, 2P.
115. **Hmimina M, 2007.** Protection Raisonnée contre les ravageurs des Arbres Fruitiers, les ravageurs des arbres fruitiers: la carpocapse des pommes et des poires, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 158 p.
116. **Hulle, M., Turpeau, E. et Leclant, F. (1998).** Les pucerons des arbres fruitiers: Cycles biologiques et activités de vol, INRA. 80 p.
117. **Institut Technique de l'Agriculture Biologique ITAB, 2011.** Guide des intrants utilisables en agriculture biologique en France. Source e-phy, 3p.
118. **Iperti, G. (1974).** Les Coccinelles. Les organismes auxiliaires en verger de pommier OILB / SROP. 3: 111- 121.
119. **Jackson M. 1979.** Codling moth egg distribution on unmanaged apple trees. Annals Entomological Society of America. 72 : 361 - 368.
120. **Jackson, J. E. 2003.** Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge, 19p.
121. **James DG, et Price TS, 2004.** Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. Journal of Chemical Ecology 30: 1613-1628.
122. **Janick, J., Cummins J.N., Brown S.K., and M. Hemmat. 1996.** Apples. In Fruit Breeding: Tree and Tropical Fruits. Edition Wiley and Sons, Inc, New York, 78p.
123. **Jones O.T et Coaker T.H, 1978.** A basis for host plant finding in phytophagous larvae. Entomologia Experimentalis et Applicata, vol 24 issue 3: 472-484.

124. **Jones W. E., Brunner J. F. et Faubion D., 2004.** “Guide to Codling Moth Damage Identification”. Washington state university, 2 P.
125. **Juniper, B.E. and D.J. Mabberley. 2006.** The story of the apple. Timber Press Publishers, Portland. 219p.
126. **Kaplan J, 2012.** Chemical Physics and Chemistry: NMR of chemically exchanging systems. Burlington, MA : Elsevier : 180 p.
127. **Khan, M. J.; Drochner, W.; Steingass, H.; Islam, K. M. S., 2008.** Nutritive evaluation of some tree leaves from Bangladesh for feeding ruminant animals. Indian Journal of Animals Sciences, 78 (11): 1273-1277
128. **Khemies F., 2013.** Inventaire des variétés locales d’arboriculture fruitière et leurs biotopes réceptifs dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire Magister, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, 173p.
129. **Klein A.M, Vaissière B.E, Cane J.H, Steffan-Dewenter I, Cunningham S.A, Kremen C, Tscharntke T, 2007.** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceeding of the royal society B, vol 274 issue 1608.
130. **Klingler J, 1958.** Die Bedeutung der Kohlendioxyd-Ausscheidung der wurzeln für die orientierung der larven von *Otiorrhynchus sulcatus* F, und anderer bodenvewhonender phytophager insektenarten. Mitt Schweiz Entomol Ges 31: 206-269.
131. **Knight A.L, and Light D.M, 2001.** Attractants from Bartlett pear for codling moth, *Cydia pomonella* (L.), larvae. Naturwissenschaften 88: 339-342.
132. **Knight A.L, and Light D.M, 2005.** Factors affecting the differential capture of male and female codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in traps baited with ethyl-(E,Z)-2,4-decadienoate. Environ. Entomol 34: 1161-1169.
133. **Knight MW, Sobhani H, Nordlander P et Halas NJ, 2011.** Photodetection with Active Optical Antennas. Sciences, Vol 332, issue 6030: 702-704.
134. **Knoscfield D.W., 2000.** Agriculture note: Codling moth. State of Victoria”, Departement of Primary Industries, 2 P.
135. **Korban SS, Skirvin RM., 1984.** Nomenclature of the cultivated apple. Hortscience 19(2): 177-180.
136. **Kourim M, Doumandji-Mitiche B, Doumandji S, et Reggani A, 2011.** Biodiversité entomologique dans le parc national d’Ahaggar (Tamanrasset-Sahara). Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology 63 (3) : 149-155.

137. **Lakso A. N., 1994.** Apple. In: Handbook of environmental physiology of fruit crops, Schaffer and Andersen edition, Vol. I - Temperate crops. University of Florida. CRC Press Inc, 3-35.
138. **Lamotte M. et Bourliere F., 1969** – Problèmes d'écologie – l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Edition, Masson et C^{ie}, Paris, 303 p.
139. **Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. 2000.** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45 (1): 175– 201.
140. **Landolt PJ, Brumley JA, Smithhisler CL, Biddik LL, et Hofstetter RW, 2000.** Apple fruit infested with codling moth are more attractive to neonate codling moth larvae and possess increased amounts of (E,E)- α -farnesene. Journal of Chemical Ecology 26: 1685-1699.
141. **Le Lezec M., Thibault B., 1986.** Pollinisation du pommier et du poirier. In: Pollinisation: poirier, pommier, CTIFL Paris. 11-14.
142. **Lereclus D. et Chaufaux J., 1986** : « Station de recherche de lutte biologique », INRA, la minière, 78280 guyancourt.France, OPIE, VOL 20(4), 63,15-20.
143. **Lespinnasse, Y., 1990.** Le pommier. In Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Editions: 580-592.
144. **Lichou, J., Mandarine, J. F. et Breniaux, D. (2001).** Protection intégrée des fruits à noyaux. Edition, CTIFL. 154- 155.
145. **Light DM, Knight AL, Henrick CA, Rajapaska D, et Lingren B, 2001.** A pear-derived kairomone with pheromonal potency that attractants male and female codling moth, *Cydia pomonella* (L.) Naturwissen schaften 88: 333-338.
146. **Linder CH., Kehrli P., Höhn H., 2010** : Revue suisse Viticulture. Arboriculture. Horticulture Vol. 42 (1): 22-23.
147. **Lombarkia N, Derridj S, Ioriatti C et Bourguet E, 2013.** Effect of a Granulovirus Larvicide, Madex, on Egg-Laying of *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) Due to Changes in Chemical Signalization on the Apple Leaf Surface. African Entomology 21(2):196-208.
148. **Lombarkia N., Derridj S., 2002:** « Incidence of apple fruit and leaf surface metabolites on *Cydia pomonella* oviposition ». Entomologia Experimentalis et Applicata. 104 : 79 - 87.
149. **Lyon H.C, et Molnar P, 1983.** Constraints on the structure of the Himalaya from an analysis of gravity anomalies and a flexural model of the lithosphere. Journal of Geophysical Reserch, vol 88, issue B10, 12p.

150. **Mabberley DJ, Jarvis CE, Juniper BE., 2001.** The name of the apple. *Telopea* 9(2): 421-430.
151. **Mahdjane H, 2013.** Inventaire qualitatif et quantitatif des insectes inféodés au prunier dans la région de Tadmait dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire magister. Sci. agro. univ. Mouloud Mammeri. T.O, 78p.
152. **Mahhou A., 2008.** Transfert de technologies en agriculture. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. Rabat, 10p.
153. **Mansour M. et Mohamed F., 2000 :** lutte contre *Cydia pomonella* L. en Syrie avec l'utilisation ds pièges sexuels. Les insectes économiques, septième Congrès arabe de la protection ds plantes. Amman, Jordan. pp : 34.
154. **Markó V., Jenser G., Kondorosy E., Ábrahám L., Balázs K. 2013.** Flowers for better pest control? The effects of apple orchard ground cover management on green apple aphids (*Aphis* Spp.) (Hemiptera: Aphididae), their predators and the canopy insect community. *Biocontrol Science and Technology* 23 (2): 126–145.
155. **Menacer S, 2012.** Influences des facteurs microclimatiques de la palmeraie sur la biodiversité des peuplements aphidien dans la région de Biskra. Thèse magister, Ecole National Supérieur Agronomique, 100p.
156. **Merabet S, 2014.** Inventaire des arthropodes dans trois stations au niveau de la forêt de Darna (Djurdjura). Mémoire magister. sciences biologiques Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 83p.
157. **Metro A., 1975 -** Dictionnaire forestier multilingue. Collection de terminologie forestière multilingue N°2. Edit. Conseil international de la langue Française. 431p
158. **Mezani, S., Khelfane-Goucem, K., et Medjdoub-Bensaad, F., 2016.** Evaluation de la diversité des invertébrés dans une parcelle de fève (*Vicia faba major*) dans la région de Tizi-Ouzou en Algérie. *Zoology and Ecology*, 10p.
159. **Milaire, H. G., Baggiolini, M., Gruys, P. et Steiner, H. (1974).** Les organismes auxiliaires en verger de pommier. OILB / SROP.; Groupe de travail pour la lutte intégrée en Arboriculture 163- 171.
160. **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en Algérie, 2018.** Productions du pommier en Algérie, 3p
161. **Mondy N, Pracros P, Fermaud M, Corio-Costet M.F, 1998.** Olfactory and gustatory behavior by larvae of *Lobesia botrana* in response to *Botrytis cinerea*. *Entomol Exp Appl* 88: 1-7.

162. **Morel M., Chouinard G., Bellerose S., 2013** : « Méthodes alternatives de protection des pommiers », principales méthodes applicables pour le jardin domestique et la pomiculture commerciale, canada, p142
163. **Morgan J. 2002.** The New Book of Apples: The Definitive Guide to Over 2000 Varieties. London: Ebury Press, 253p.
164. **Morgan J., Richards A., 1993.** The Book of Apples. The Ebury Press, London, 389p.
165. **Mumm R, et Dicke M, 2010.** Variation in natural plant products and the attraction of bodyguards involved in indirect plant defense. *Revue canadienne de zoologie*, 2010, 88(7): 628-667
166. **Myczko Ł., Rosin Z.M., Skórka P., Wylegała P., Tobolka M., Fliszkiewicz M., Mizera T., Tryjanowski P. 2013.** Effects of Management Intensity and Orchard Features on Bird Communities in winter. *Ecological Research* 28 (3): 503–512.
167. **N’zala D, NOUNGAMANI A, MOUTSAMBOTE J M et MAPANGUI A, 1997.** Diversité floristique dans les monocultures d’eucalyptus et de pins au Congo. *Cahier d’Agriculture* 6 : 169-174.
168. **Nabhan G P, 2010.** Aux sources de notre nourriture : Nikolai Vavilov et à la découverte de la biodiversité. Edition Nevicata, 298p.
169. **Office National Météorologique., 2017.** Données climatiques dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Bilan de statistiques climatiques 8p.
170. **Ondet S-J., Roux M., 2012** : « Stratégie de maîtrise du carpocapse du pommier par infra doses de sucre Arboriculture ». Fiche 17.2011.04. Avignon. p13-18
171. **Oudjiane A, Doumandji S, Daoudi-Hacini s, et Boussaid F, 2014.** Biodiversité des inventaires entomologiques dans la région de Tizirt. *Dixième conférence international sur les ravageurs en agriculture*. Montpellier, 7p.
172. **Oukabli A., 2004** : Le pommier, une culture de terroir en zones d’altitude. *Bulletin mensuel d’information et de liaison du PNTTA*. Meknès, Rabat, (115) :4p.
173. **Ounis F, Frah N et Medjdoub-Bensaad F, 2014.** Diversité de la faune du sol dans une parcelle d’abricotier à Takout (Batna, Est de l’Algérie). *International journal of Agriculture Innovation ans Research*, Vol. 2, 4p.
174. **Pech J.-C., Bouzayen M. et Latché A. 2002.** Maturation des fruits. *Technologies de transformation des fruits*. Paris, Lavoisier: 79-102.
175. **Peix C., 2010.** L’origine de la pomme. A la découverte des forets des pommiers sauvages du Kazakhstan à l’origine de toutes nos pommes cultivées. Paris, 20p.

- 176. Perrier R., 1932.** La faune de la France illustrée. Coléoptères. Tome 2. Edition Librairie Delagrave. Paris, 229p.
- 177. Perrier R., 1935.** La faune de la France illustrée. Tome IV : Hemiptères, Anopleurs, Mallophages et Lépidoptères. Edition Librairie Delagrave. Paris, 243p.
- 178. Perrier R., 1937.** La faune de la France – Diptères. Ed., Librairie Delagrave, Paris, 219 p.
- 179. Perrier R., 1961.** La faune de la France. Tome V : Coléoptères, partie 2. Edition Librairie Delagrave. Paris, 230p.
- 180. Perrier, 1927.** La faune de la France illustrée. Coléoptères, partie 1. Tome 5. Edition Reprint, Aubin. Paris, 192p.
- 181. Phipps, J.B., K.R. Robertson, P.G. Smith, and J.R. Rohrer. 1990.** A checklist of Pratt C. (1988). Apple flower and fruit: morphology and anatomy. Horticultural Reviews **10**, 273-308.
- 182. Piham J C, 1986.** Les Insectes. Paris, 160p.
- 183. Poitou S, et Bues R, 1970.** Elevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. Annales de Zoologie et Ecologie Animale, 2: 79-91.
- 184. Pratt C. (1990).** Apple trees: morphology and anatomy. Horticultural Reviews 12, 265-305.
- 185. Qian GZ, Liu LF, Tang GG. 2010.** Proposal to conserve the name *Malus domestica* against *M. pumila*, *M. communis*, *M. frutescens*, and *Pyrus dioica* (Rosaceae). Taxon 59(2): 650-652.
- 186. Ramade F., 1984 :** Elément d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw- Hill, Paris, 397 p.
- 187. Ramade F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Edi-science international, Paris, 822 p.
- 188. Ramade F., 2003.** Eléments d'écologie fondamentale. 3ème édition Dunod. France. 690p.
- 189. Remand, 1996 :** Pommier-poirier. CTIFEL protection intégrée, 277 p.
- 190. Rembold H, Wallner P, et Singh AK, 1989.** Attraction of volatiles chickpea (*Cicer arietinum*) seed component to *Heliothis armigera* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Apple Entomology 107: 65-70.

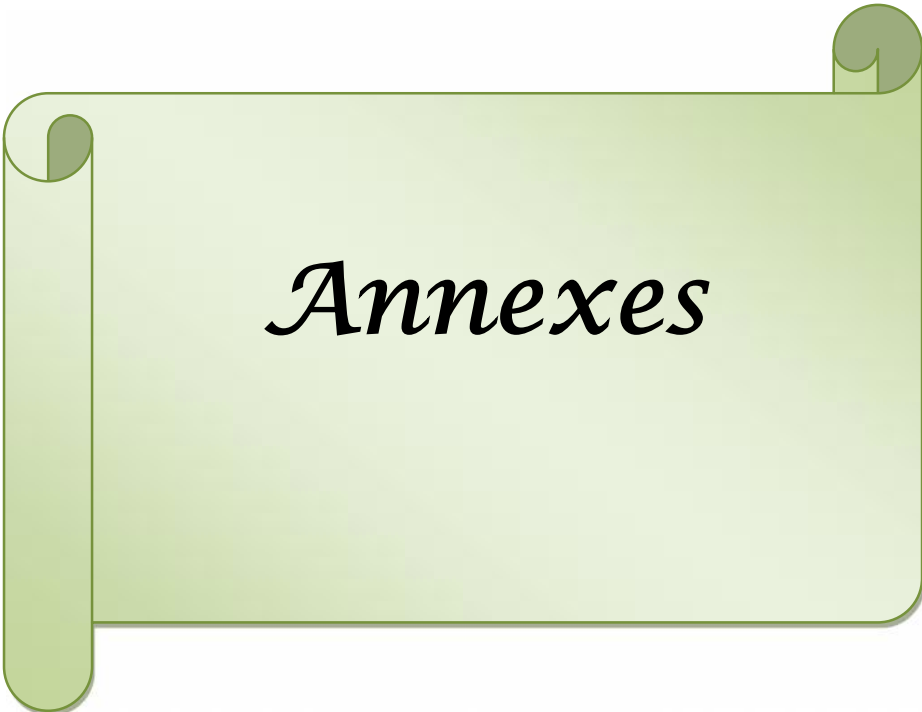
191. **Ricci B., 2009.** dynamique spatiale et dégâts de carpocapse dans la basse vallée de la Durance. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale SIBAGHE. INRA Avignon. 224p.
192. **Rigby D., Cáceres D. 2001.** Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68 (1): 21–40.
193. **Rodriguez-Saona C, Parra L, Quiroz A et Isaacs R, 2011.** Variation in highbush blueberry floral volatile profiles as a function of pollination status, cultivar, time of day and flower part: implications for flower visitation by bees. *Annals of Botany* : 1-14.
194. **Rosanel C et Lorgnier C., 2001.** Cultiver et soigner les arbres fruitiers de son jardin. Édité par vecchi. Paris. Pp 54-73.
195. **Roth M. 1963.** Comparaison des méthodes de capture en écologie entomologique. *Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France*, 42 (3): 177- 179.
196. **Roubal C., Rouille B. et Cozal M., 2004 :** Carpocapse des pommes et des poires : où en est-on en agriculture biologique. *Rev. Phytoma*, (568) : 22-25.
197. **Sacchi C.F, et Testard P, 1971.** *Ecologie Animale et Environnement : organismes et milieux.* Edition DOIN, Paris, France. 480p.
198. **Sahraoui L, Gourreau JM, 2000.** Les coccinelles d’Algérie : Inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *INRA. Recherche agronomique*, 6 : 11-27.
199. **Sanchez E., Soto J. M., Uvalle J. X., Hern´andez A. P., Ruiz J. M. and Romero L., 2001.** Chemical treatments in Golden Delicious spur” fruits in relation to russetting and nutritional statut, *journal of plant nutrition*, 24(1), 191–202
200. **Sansavini S. 1997.** Integrated fruit production in Europe: research and strategies for a sustainable industry. *Scientia Horticulturae* 68 (1): 25–36.
201. **Sauphanor B, Simon S, Boisneau C, Capowiez Y, Rieux R, Bouvier J.C, Defrance H, Picard C, et Toubon J.F, 2009.** Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. *Innovation agronomiques*, 4 : 217-228.
202. **Sauphanor B., Bouvier J.C.et BroosseV., 1998:** Spectrum of insecticide resistance in
203. **Sauphanor B., Brosse V., Bouvier J-C., Speich P., Micoud A. et Martinet C., 2000.** Monitoring resistance to difubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations (*Cydia pomonella* L.). *Pest Management Science*, 56: 74-82.
204. **Schweizer, M., Ma¨tzener, P., Pfaffen, G., Stalder, H. P. & Peterhans, E. 2006.** “Self” and “nonself” manipulation of interferon defense during persistent infection: bovine viral diarrhea virus resists alpha/ beta interferon without blocking antiviral activity against unrelated viruses replicating in its host cells. *J Virol* 80, 6926–6935.
205. **Seguy.E, 1923 –** Les moustiques d’Europe. Ed., Paul Le chevalier, Paris, 234p.

206. **Seguy.E, 1924** – Les moustiques de l’Afrique mineure, de l’Egypte et de Syrie. Encyclopédie entomologique. Ed., Paul Le chevalier, Paris, 257p.
207. **Sellami M, 1979.** Contribution à l’étude du carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.) Lepidoptera, Tortricidae dans la Mitidja. ENSA, Alger, 54p.
208. **Seltzer. P., 1946.** Le climat de l’Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologies. Algerie, 219P.
209. **Sendser CL, 1970.** Elevage du carpocapse des pommes sur un nouveau milieu artificiel non spécifique. Annale de Zoologie et Ecologie Animale, 2: 93-95
210. **Sid Amar A, Doumandji-Mitiche B, Doumandji S, Boubekour A, 2012.** Etude comparative des arthropodes échantillonnés sous serre et en plein champ dans la région de Touat (Adrar). 3^{ème} congrès de zoologie de l’Ichtyologie, Marrakech.
211. **Simon S., Brun L., Guinaudeau J., Sauphanor B. 2011.** Pesticide use in current and innovative apple orchard systems. Agronomy for Sustainable Development 31 (3): 541–555.
212. **Simon S., Lauri P.E., Brun L., Defrance H., Sauphanor B. 2006.** Does manipulation of fruittree architecture affect the development of pests and pathogens? A case study in an organic apple orchard. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81 (4): 765–773.
213. **Simon, H., Richard, F., Bellanger, M., Denimal, D., Gouber, C. Et Jeuffrault, E. 1994.** La protection des cultures. Edition Lavoisier, Paris, 351 p.
214. **Simpson M, Gurr GM, Simmons AT, Wratten SD, James DG, Leeson G, Nicol HI, et Orre-Gordon G. 2011.** Attract and reward: combining chemical ecology and habitat manipulation to enhance biological control in field crops. Journal of Applied Ecology 48: 580–590.
215. **Singh AK, et Mullick S, 2002.** Leaf volatiles as attraction for neonates *Helicoverpa armigera* Hbn (Lep., Noctuidae) larvae. Journal of Apple Entomology 126: 14-19.
216. **Solomon, M. G., Cross, J. V., Fitz- Gerald, J. D., Campbell, C. A. M., Jolly, R. L., Olszak, R. W., Niemczyk, E. and Vogt, H. (2000).** Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe- 3. Predators. Biocontrol Science and Technology 10 (2): 91- 128.
217. **Soltani N., Semir H. et Djebbar M.R., 1986 :** contribution à l’étude de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera : tortricidae), essai comparatif des pièges et cycle évolutif à Annaba. Annales de l’I.N.A. 10 (1) : 196-206.
218. **Solymar B., 2004 :** Principaux insectes et acariens. Profil de la culture de la pomme au Canada. Agriculture et agro-alimentaire. Canada. pp: 26-27.

219. **Sotherton NW, 1984.** The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland. *Annals of Applied Biology*, Volume105, Issue3 :423-429.
220. **Souttou K, Farhi Y, Baziz B, Sekkour M, Guezoul O et Doumandji S, 2006.** Biodiversité des arthropodes dans la région de Filiach (Biskra, Algérie). *Ornithologica Algerica* 4 (2) : 25-28.
221. **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bulletin de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, El Harrach : 24 – 25
222. **Sutherland ORW et Hutchins RFN, 1972.** Alpha farnesene a natural attractant for codling moth larvae. *Nature* 239: 170.
223. **Sutherland ORW et Hutchins RFN, 1973.** Attraction of newly hatched codling moth larvae (*Laspeyresia pomonella*) to synthetic stereo-isomers of farnesene. *Journal of insect physiology* 19: 723-727.
224. **Tóth M, Szentkirályi F, Vuts J, Letardi A, Tabilio MR, Jaastad G, et Knudsen GK, 2009.** Optimization of a Phenylacetaldehyde-Based Attractant for Common Green Lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l.). *journal of chemical ecology*, Volume 35, Issue 4, 449–458.
225. **Toubon F.J. 2008.** Contrôler le carpocapse des pommes et des poires. *Journées techniques nationales fruits et légumes biologiques*. Arb. Bio. Info. (122): 6 p.
226. **Toubon J.F., Sauphanor B., de Sainte Marie C., Plénet D., Habib R. 2001.** Status of integrated production in French apple orchards. *Integrated Fruit Protection IOBC/wrps Bulletin* 24 (5): 27–31.
227. **Travers I. 2004.** Influence des conditions pédoclimatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidre dans le Pays d'Auge. *Sciences agronomiques, biotechnologie agro-alimentaire*. Caen: 125.
228. **Trillot M., 2002 :** le pommier : monographie, CTIFL. 292 p.
229. **Trillot, M., Masseron, A., Mathieu,V, Bergougnaux, F., Hutin, C. et Yves, L. 2002.** Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl). Edition Lavoisier. Paris. 287PP.
230. **Tscharntke T, Milder J.C, Schroth G, Clough Y, DeClerck F, Waldron A, Rice R, Ghazoul J, 2015.** Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, vol 8 issue 8: 857-874.
231. **Turlings TCJ, Tumlinson JH, et Lewis WJ, 1990.** Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251.

232. **Velasco R, Zharkikh A, Affourtit J, Dhingra A, Cestaro A, Kalyanaraman A, Fontana P, Bhatnagar SK, Troggio M, Pruss Det al. 2010.** The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Nature Genetics* 42(10): 833-839.
233. **Viret O., 2003 :** « Des fruits sains et écologiques : Réalité, paradoxe ou illusion ? ». *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 35 (1) : 7 P.
234. **Viret O., Schaub L., Linder C. et Charmillot P. J., 2003 :** Guide de traitements (Pommier) : « Carpocapse des pommes, poires et abricots (*Cydia pomonella* L.) ». *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 35 (1) : 26-47.
235. **Visser JH, 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 31: 121-144.
236. **Visser JH, et Avé DA, 1978.** General green leaf volatiles in the olfactory orientation of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24: 538-549.
237. **Vogt H., Weigel A. 1999.** Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *Bulletin OILB/srop* 22: 39–46.
238. **Webster B, Bruce TJA, Dufour S, 2008.** Identification of volatile compounds used in host location by the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of Chemical Ecology*, 34, 1153-1161.
239. **Webster, A. D. 2005.** The origin, distribution and genetic diversity of temperate tree fruits. *in* J. Tromp, A. D. Webster, S. J. Wertheim, dir. *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas, 11p.
240. **Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, et Peigné J, 2009.** Agroecological practices for sustainable agriculture. *Agronomy for sustainable development*, Volume 34, Issue 1, 1–20.
241. **Wildbolz T. 1958.** Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage. " *Mitt. Schweiz. gesundheit entomology*. 31:25–34.
242. **Witzgall, P., Ansebo, L., Yang, Z., Angeli, G., Sauphanor, B. & Bengtsson, M. 2005.** Plant volatiles affect oviposition by codling moths. *Chemoecology* 15: 77–83.
243. **Wyss E., Luka H., Pfiffner L., Schlatter C., Gabriela U., Daniel C. 2005.** Approaches to pest management in organic agriculture: A case study in European apple orchards. In *Organic-Research* (May), 33–36.

- 244. Yasri N, Bouisri R, Kherbouche O, et Arab A, 2006.** Structure des arthropodes dans les écosystèmes de la forêt de Senelba Chergui (Djelfa) et de la palmeraie de Ghoufi (Batna). Actes du congrès international d'entomologie et de nématologie, Alger : 178-187.
- 245. Zehnder G., Gurr G.M., Kühne S., Wade M.R., Wratten S.D., Wyss E. 2007.** Arthropod pest management in organic crops. Annual Review of Entomology 52: 57–80.
- 246. Ziadi S, 2001.** Les gènes PR -10 du pommier (*Malus domestica*) .Identification caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar S-methyl (ASM), un analogue fonctionnel de l'acide salicylique. Thèse de Doctorat. Université Rennes1. 182p.



Annexes

Tableau 1: différentes variétés du pommier (GAUTIER, 2001).

Type	Variété	Origine	Couleur	Forme	sensibilité	Productivité
Les variétés précoces	Anna	Palestine	Rouge	Hétérogène, allongée		moyenne
	Dorset golden	Amérique latine	Jaune	Arrondie		très forte
	Akane	Japon	Rouge	-	⁽²⁾ tavelure, ⁽³⁾ oïdium	moyenne
	Reine des reinettes	France ou Hollande	Bicolore	Ronde aplatie	⁽⁴⁾ l'alternance, acariens, puceron lanigère, ⁽³⁾ oïdium, tavelure, feu bactérien	bonne sur porte-greffe
	Delbarestivale	France	Bicolore	Tronconique et régulière	en alternance à la tavelure, oïdium, feu bactérien	moyenne
Les variétés de saison	Elstar	Pays-Bas	Rouge-orangé à rouge vif foncé.	Aplatie à demi élevée, tronconique et régulière.	⁽²⁾ oïdium pucerons acariens, feu bactérien	bonne
	Gala	Nouvelle Zélande	Rouge orangé	Tronconique très régulières.	⁽³⁾ oïdium, acariens, tavelure et au feu bactérien, ⁽⁴⁾ chancre <i>Nectria galligena</i>	très bonne
	Red delicious	USA	Rouge moyen à très foncé	Tronconique et très côtelée	⁽⁴⁾ tavelure sur fruit, chancre papyracés, chancre <i>Nectria galligena</i> , acariens, ⁽¹⁾ oïdium, feu bactérien.	moyenne à forte
	Golden delicious	USA	Vert à jaune doré	Arrondie à tronconique	⁽²⁾ tavelure à l'oïdium, à feu bactérien	forte à très forte
	Reinette blanche de Canada	France	Jaune vert	Souvent asymétrique et aplatie.	⁽¹⁾ chancre <i>Nectria galligena</i> , Monilia et acariens. ⁽¹⁾ tavelure, oïdium	bonne, mais elle est très sensible à l'alternance

Annexes

					(4) feu bactérien.	
Les variétés demi-tardives	Idared	USA	Bicolore	Ronde.	(2) oïdium, chancre <i>Nectria galligena</i> , feu bactérien	forte et régulière
	Cox's orange Pippin	Angleterre	Bicolore rouge clair lavé ou strie	Sphérique, régulière et légèrement aplatie.	(2) Star Crack Virus, chancre <i>Nectria galligena</i> , phytophthora, oïdium, tavelure.	moyenne
	Braeburn	Nouvelle Zélande	Bicolore.	Elevée et irrégulière.	(2) chance, <i>Nectria galligena</i> , tavelure, oïdium, acariens et feu bactérien	très forte
Les variétés tardives	Garny Smith	Australie	Vert vif.	Arrondie et tronconique	(2) oïdium et tavelure	forte
	Fuji	Japon	Bicolore	Arrondie à cylindrique.	(2) tavelure, acariens, chancre <i>Nectria galligena</i> . (2) oïdium et feu bactérien	forte

Tableau 2 : principaux ennemis du pommier (BLOMMERS, 1994 ; JANICK et MOORE, 1996 ; OHLENDORF, 1999).

Groupe	Nom français	Nom scientifique
Insectes		
Lépidoptères	Le carpocapse La tordeuse orientale La tordeuse de la pleure. La tordeuse rouge des bourgeons La tordeuse pâle du pommier La tordeuse du pommier La phalène brumeuse La zeuzère Le cossus gâte-bois La sésie du pommier La mineuse marbré du pommier Le cémiostome du pommier L'hyponomeute du pommier	<i>Cydia pomonella</i> L. <i>Cydia Adoxophyes reticulana</i> <i>Hb molesta</i> Busck. <i>Spilonota ocellana</i> F. <i>Pseudexentera mali</i> Freeman <i>Archips argyrospilus</i> Walker <i>Operophtera brumata</i> L. <i>Zeuzera pyrina</i> L. <i>Cossus cossus</i> L. <i>Synanthedon myopaeformis</i> Borkh. <i>Phyllonorycter blancardella</i> Fabricius <i>Leucoptera malifoliella</i> Costa <i>Yponomeuta malinellus</i> Zeller

Annexes

Hémiptères	Le puceron cendré du pommier Le puceron vert non migrant du pommier Le puceron vert migrant du pommier Le puceron lanigère du pommier Le puceron des galles rouges Le puceron vert des citrus La lygaeide du pommier La punaise terne La cicadelle blanche du pommier La cicadelle des rosiers Le membracide bison La cochenille ostréiforme La cochenille virgule du pommier	<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini <i>Aphis pomi</i> De Geer <i>Rhopalosiphum insertum</i> Walker <i>Eriosoma lanigerum</i> Hausmann <i>Dysaphis</i> spp. <i>Aphis spiraecola</i> Patch <i>Lygidea mendax</i> Reuter <i>Lygus lineolaris</i> Palisot de Beauvois <i>Typhlocyba pomaria</i> McAtee <i>Edwardsiana rosae</i> L. <i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke <i>Quadraspidiotus ostraeiformis</i> Curtis <i>Lepidosaphes ulmi</i> L.
Diptères	La mouche de la pomme La cécidomyie des feuilles	<i>Rhagoletis pomonella</i> Walsh <i>Dasyneura mali</i> Kieffer
Coléoptères	L'anthonome du pommier	<i>Anthonomus pomorum</i> L.
Hyménoptères	L'hoplocampe du pommier	<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande
Thysanoptères	Le thrips californien	<i>Hoplocampa testudinea</i> Klug
Acariens	L'acarien rouge L'acarien jaune Le phytote libre du pommier	<i>Panonychus ulmi</i> Koch <i>Tetranychus urticae</i> Kochpommier <i>Aculus schlehtendali</i> Nalepa

Tableau 3 : résultats du classement du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur variété en rapport avec les fruits attaqués sur arbres.

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Red delicious	26,775	A		
Golden delicious	10,281		B	
Anna SN	3,28			C
Dorset golden	2,805			C
Anna DBK	2,592			C

Tableau 4 : résultats du classement du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur variété en rapport avec les fruits attaqués au sol.

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Red delicious	23,229	A		
Golden delicious	8,401		B	
Anna SN	2,776			C
Dorset golden	2,573			C
Anna DBK	2,188			C

Tableau 5 : résultats du classement du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur régime trophique.

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Phytophage	48,463	A			
prédateurs	21,649		B		
Pollinisateur	8,55			C	
Nécrophage	5,138				D
Parasitoïde	4,955				D
Hématophage	4,468				D
Bio-indicateur	2,159				D
Coprophage	1,998				D
Saprophage	1,906				D

Tableau 6 : résultats du classement du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose.

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Dose 1µg/µl	4,511	A	
Dose 5µg/µl	2,318	A	B
Dose 10µg/µl	0,101		B

Résumé :

L'étude a porté sur la bioécologie du carpocapse *Cydia pomonella* L. dans des pommeraies de 5 variétés différentes dans les régions de Draa Ben Khedda et Sidi Naâmane (Tizi-Ouzou). Les résultats montrent l'existence de deux périodes de vols (2 générations) sur les variétés Anna et Dorset golden dans la région de Draa Ben Khedda et trois périodes de vols (3 générations) sur les variétés Anna, Golden delicious et Red delicious dans la région de Sidi Naâmane. Les attaques occasionnées par ce micro-lépidoptère sur fruit peuvent être considérable en absence de traitements phytosanitaires, notamment sur la variété Red delicious qui présente des dommages de l'ordre de 46%. L'inventaire des arthropodes réalisé au sein des cinq parcelles par l'utilisation de 4 méthodes d'échantillonnages le filet à papillon, filet fauchoir, pots Barber et pièges aériens jaunes nous a permis de capturer 359 espèces réparties en 131 familles, appartenant à 13 ordres et à 4 classes d'arthropodes. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver sont assez élevées, elles varient de $H' = 2,69$ bits à $H' = 7,39$ bits. L'équitabilité obtenue pour chaque type de piège varie de $E = 0,74$ à $E = 0,95$, ces valeurs tendent vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les espèces du milieu au niveau de chaque parcelle. L'effet comportemental des larves néonates *C.pomonella*, a permis de constater que pour les jeunes larves néonates, une réponse rapide avec un temps relativement faible en présence du milieu Spodoptera et de pomme séparément. Par contre les larves âgées marquent une préférence pour le milieu composé de morceaux de pommes. L'attractivité moyenne des larves néonates du carpocapse du pommier *C.pomonella* en présence des composés organique volatils varie en fonction des mélanges testés. Le mélange B et D semblent manifester un fort effet attractif, le mélange A et C présente une faible attractivité vis-à-vis des larves néonates.

Mots clés : *Cydia pomonella*, inventaire, variétés, pommier, arthropodes, dégâts, composés organiques volatils, Tizi-Ouzou.

Summary:

The study focused on the bioecology of codling moth *Cydia pomonella* L. in apple orchards of 5 different varieties in regions of Draa Ben Khedda and Sidi Naamane (Tizi-Ouzou). The results show the existence of two flight periods (2 generations) on the Anna and Dorset golden varieties in Draa Ben Khedda region and three flight periods (3 generations) on the Anna, Golden delicious and Red delicious varieties in Sidi Naamane region. The attacks caused by this micro-lepidopteron on fruit can be considerable in the absence of phytosanitary treatments, in particular on the variety Red delicious which presents damages of 46%. The arthropod inventory carried out within the five plots by using 4 sampling methods butterfly net, sweep net, Barber pots and yellow air traps allowed us to capture 359 species divided into 131 families belonging to 13 orders and 4 classes of arthropods. The values of the Shannon-Weaver diversity index are quite high, ranging from $H' = 2.69$ bits to $H' = 7.39$ bits. The equitability obtained for each type of trap varies from $E = 0.74$ to $E = 0.95$, these values tend towards 1, which indicates a balance between the species of the medium at the level of each parcel. The behavioral effect of neonate larvae *C.pomonella*, found that for young neonate larvae, a rapid response with a relatively low time in the presence of Spodoptera medium and apple separately. On the other hand, the older larvae show a preference for the medium composed of pieces of apples. The average attractiveness of the neonate larvae of *C. pomonella* apple moth in the presence of volatile organic compounds varies with the mixtures tested. Mixture B and D seem to exhibit a strong attractive effect, mixture A and C has a low attractiveness vis-à-vis the neonate larvae.

Key words: *Cydia pomonella*, inventory, varieties, apple, arthropods, damage, volatile organic compounds, Tizi-Ouzou.