

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département D'AGRONOMIE

Spécialité : Protection des végétaux

Thèse pour l'Obtention du Doctorat es-Sciences

Présentée par:

KELLIL Hadia

Thème

**Contribution à l'étude de la bio-écologie fonctionnelle des
peuplements entomologiques inféodés aux agro-écosystèmes
céréaliers dans la région du nord-est algérien (Sétif, Constantine).**

Devant le Jury :

Président : Mr. Mohamed BELHAMRA, Professeur, Université de Biskra

Rapporteur : Mr. Abdelkrim SI BACHIR, Professeur, Université Batna 2

Examineurs : Mr. Abdelhamid MOUSSI, MCA, Université de Biskra

M^{me} Naima BENKENANA, MCA, Université Constantine 1

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Je remercie avant tout **ALLAH** tout puissant, pour la volonté, la santé, et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces années d'études, afin que je puisse en arriver là.

J'adresse mes remerciements à Mr. Mohamed BELHAMRA, Professeur à l'université de Biskra, à M^{me} Naima BENKENANA, MCA, à l'université Constantine 1 et à Mr. Abdelhamid MOUSSI, MCA, à l'université de Biskra pour avoir accepté de juger ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon promoteur, Professeur SI BACHIR A., pour avoir bien voulu m'encadrer, pour ses précieux conseils, pour son suivi tout au long de la réalisation de cette thèse. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie également mes très chers parents, ma grand-mère Zina, mon oncle Mohamed, mes sœurs Khadija et Zineb, mon frère Abdelhalim et son épouse Assma, ma chère amie Khalissa et aussi à toutes mes chères amies, qui m'ont soutenue le long de mes années d'études avec amour et patience et qui m'ont sacrifié du temps, pour me voir heureuse et réussir, aussi ils ont prié pour moi afin que cette thèse voit enfin la lumière.

Je tiens à remercier M^{me} Benhalima-Kamel M. pour me permettre de faire un stage au niveau du laboratoire d'entomologie de l'université d'Agronomie à Chotte Meriem-Tunisie, et aussi tout le personnel des deux stations l'ITGC de Sétif et CNCC d'El-Khroub, pour leur soutien, et l'aide précieuse qu'ils m'ont apporté pendant certaines phases critiques de l'élaboration de ce travail et surtout Mr. Harkati N. et Mr. Laouar S.

Je tiens à remercier tout particulièrement :

Mr. Sahraoui E., M^{me} Marniche F., M^{me} Benkenana N., M^{me} Saouache Y., M^{me} Aguib S., M^{me} Bakiri A., M^{me} Tahar Chawch S., M^{me} Allilil F., Mr. Hamr-Karoua S., pour leur disponibilité, leurs aides précieuses lors de l'identification des espèces.

M^{me} Addad D. et son époux Mr. Athmane, et aussi Mr. Ghazi Ch. pour m'avoir aidé dans la réalisation des analyses et l'interprétation des résultats, Mr. Fouad l'ingénieur du laboratoire d'entomologie de l'université de Constantine pour photographier quelques espèces de ce travail.

Aussi, à mes chers (es) enseignants (es) et amies : M^{me} Mohguen K., Mr. Kellil M., Mr. Kellil A., M^{me} Boussaad A., M^{me} Himre Ch., M^{me} Harrat N., M^{me} Abbabsa N., Mr. Boussaa A., M^{me} Boukhlof W., M^{me} Nouia W., M^{me} Chermat S., M^{me} Lakhdari S. pour m'aider à la vérification des textes traduits.

A mes étudiants de 4^{ième} année production végétale de l'université de Sétif : Abderrahmane, Diaeddine et Anwar pour m'aider à la réalisation des sorties au niveau de la station de l'ITGC durant l'année 2014.

J'adresse mes profonds remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Liste des tableaux	vi
Liste des figures	xi
Introduction	1
Chapitre I. Matériel et Méthodes	
1. Présentation des zones et des champs de céréales étudiés	6
1.1. Localisation et description	6
1.1.1. Zone de Sétif et station de l'ITGC	6
1.1.2. Zone de Constantine et station du CNCC d'El-Khroub	6
1.2. Sols des deux stations d'étude	7
1.3. Climat	8
1.3.1. Températures	9
1.3.2. Précipitations	11
1.3.3. Humidité relative de l'air	12
1.3.4. Synthèse climatique	13
1.3.4.1. Diagrammes ombrothermiques de Gaussen	13
1.3.4.2. Climagramme d'Emberger	15
1.4. Choix des zones d'étude et des Cultures	16
1.4.1. Choix des zones	16
1.4.2. Choix des cultures et leurs variétés	16
1.5. Techniques culturales appliquées	20
2. Méthodes et techniques d'échantillonnages utilisées	23
2.1. Échantillonnage des talles et des épis	27
2.2. Pièges jaunes	28
2.3. Pots Barber	29
2.4. Filet fauchoir	30
2.5. Dispositif d'échantillonnage	31
2.6. Au laboratoire	32
2.6.1. Triage et dénombrement des spécimens collectés	32
2.6.2. Collection des espèces d'insectes	32
2.6.2.1. Cas des insectes de grande taille	33

2.6.2.2.	Cas de montage des petits insectes	33
2.6.2.3.	Cas de montage des pucerons	33
2.6.3.	Identification des spécimens collectés	33
3.	Exploitation des données	34
3.1.	Exploitation des données par le calcul des paramètres et indices écologiques	34
3.1.1.	Structure et organisation des peuplements entomologiques...	35
3.1.1.1.	Fréquence d'abondance	35
3.1.1.2.	Fréquence d'occurrence	35
3.1.1.3.	Analyse de Similitude (Indice de Sorenson)	35
3.1.2.	Diversité des peuplements et équirépartition	36
3.1.2.1.	Richesse spécifique totale (S)	36
3.1.2.2.	Indice de diversité de Shannon (H')	36
3.1.2.3.	Indice d'équirépartition ou équitabilité (E)	36
3.2.	Exploitation des données par des analyses statistiques	37
 Chapitre II. Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro- écosystèmes céréaliers aux Hautes plaines de l'Est algérien		
1.	Biodiversité, structure et organisation des communautés	39
1.1.	Analyse taxonomique de l'inventaire global de l'ensemble des cultures céréalières	52
1.2.	Comparaison entre les familles les plus riches en espèces des trois ordres les plus dominants	60
1.3.	Détermination du statut trophique de l'inventaire global	67
1.3.1.	Comparaison entre des statuts trophiques dans différents agro-écosystèmes céréaliers	67
1.3.2.	Détermination des statuts trophiques suivant les ordres	69
1.4.	Analyse de l'inventaire selon les cultures céréalières étudiées	74
1.5.	Analyse quantitative de l'inventaire global	83
1.5.1.	Suivant la fréquence d'abondance des espèces les plus dominantes	84
1.5.1.1.	Les espèces phytophages et omnivores	84
1.5.1.2.	Les espèces prédatrices	92
1.5.1.3.	L'espèce parasitoïde <i>Dasyscolis sp.</i>	97
1.5.2.	Suivant la fréquence d'abondance des espèces les moins dominantes	97

1.5.2.1. Les espèces ravageuses des céréales	97
1.5.2.2. Les espèces prédatrices	101
1.5.2.3. Les espèces parasitoïdes	105
1.5.2.4. Les espèces phytophages pollinisatrices	111
1.5.2.5. Les espèces nécrophages	112
1.5.2.6. Les espèces omnivores et quelques autres espèces phytophages	113
1.6. Analyse de l'inventaire suivant la fréquence d'occurrence des espèces recensées	123
2. Analyse synécologique des communautés et de leurs variations spatio-temporelles	132
2.1. Analyse de la variation pluriannuelle de la structure des communautés suivant le type de culture	132
2.1.1. Similitude globale entre les peuplements suivant le temps	135
2.2. Analyse de la variation de la structure des communautés suivant les stades phénologiques par type de culture	137
2.2.1. Richesse spécifique et effectifs totaux	137
2.2.2. Indice de diversité et équitabilité	142
2.2.3. Similitude entre les peuplements suivant les stades phénologiques des céréales	145
2.3. Analyse de la variation spatiale globale de la structure des communautés	145
2.4. Analyse de la variation spatiale de la structure suivant les variétés étudiées	149
2.5. Analyse statistique de la dynamique des peuplements en fonction du temps et de l'espace	154
2.5.1. Analyse pluriannuelle de l'abondance moyenne des espèces recensées	154
2.5.1.1. Selon l'effet année et l'effet espèce recensée	154
2.5.1.2. Selon l'effet année et l'effet culture	161
2.5.2. ANOVA de l'abondance moyenne des espèces par stade phénologique	165
2.5.2.1. Selon l'effet stade phénologique et l'effet année	165
2.5.2.2. Selon l'effet stade phénologique et l'effet culture	168
2.5.2.3. Selon l'effet stade phénologique et l'effet espèce	172
2.5.3. Analyse de variance spatiale de l'abondance moyenne des espèces	176
2.5.3.1. Selon l'effet espèce et l'effet zone	176
2.5.3.2. Selon l'effet culture et effet zone	178
2.5.3.3. Selon l'effet variété et effet espèce	179

2.5.3.4. Selon l'effet variété commune et l'effet zone	190
2.5.3.5. Selon l'effet variété commune et l'effet espèce	190
Chapitre III : Bio-écologie des espèces d'intérêt agricole recensées dans les cultures céréalières des Hautes plaines de l'Est algérien	
1. Classement des espèces déprédatrices suivant le degré de nuisibilité	194
1.2. Comparaison qualitative entre les espèces ravageuses des céréales dans plusieurs inventaires réalisés en Algérie et à l'étranger	198
1.3. Analyse et comparaison entre les pucerons ravageurs des céréalières dans plusieurs régions	202
2. Fréquence d'abondance (%) des espèces déprédatrices recensées selon leur (son) stade de développement	207
2.1. Zone de Sétif	207
2.2. Zone d'El-Khroub	210
2.3. Région des Hautes plaines	213
2.4. Discussion générale des FA % des espèces déprédatrices (larve, adulte et total)	223
2.5. Analyse de la variation intra-zone de l'abondance moyenne des espèces déprédatrices	229
2.5.1. Analyse de la variance (ANOVA) d'abondance moyenne des espèces déprédatrices selon leur biologie sur les cultures céréalières	229
2.5.1.1. Dans la zone de Sétif	229
2.5.1.2. Dans la zone d'El-Khroub	233
2.5.1.3. Dans la région des Hautes plaines	237
2.5.2. Comparaison entre les trois cultures attaquées par les ravageurs dans chaque zone	242
2.6. Analyse de la variation inter-zone de l'abondance des ravageurs	244
2.6.1. Analyse de la variance (ANOVA) des moyennes des ravageurs des cultures étudiées dans les des deux zones d'étude	244
2.6.2. Discussion générale des espèces ravageuses les plus dominantes dans les zones d'étude	251
3. Importance de l'occurrence des espèces déprédatrices des céréales	254
3.1. Constance spatiale des ravageurs suivant les cultures dans les zones d'étude	254
3.2. Constance spatiale des ravageurs suivant les variétés des céréales dans la région des Hautes plaines	259

Table des matières

3.3. Constance spatio-temporelle suivant les types de cultures par année d'étude	262
3.4. Constance spatio-temporelle des ravageurs suivant les stades phénologiques dans les zones d'étude	264
4. Dynamique des populations d' <i>Oulema melanopus</i> sur six variétés de blé dur dans la zone de Sétif	271
5. Analyse de la variance temporelle 'intra et interannuelle' de la dynamique des peuplements de <i>Sitobion avenae</i> et <i>Coccinella septempunctata</i>	274
6. Principaux ennemis naturels des espèces de pucerons déprédatrices sur les cultures céréalières	281
Conclusion générale	287
Références bibliographiques	292
Résumés	

Liste des Tableaux

N° du Tableau	Titres	Pages
Tableau 1	Caractéristiques physico-chimiques des sols de la station de l'ITGC de Sétif (Ferras, 2015).	8
Tableau 2	Caractéristiques physico-chimiques des sols de la station de CNCC d'El-Khroub (ITGC, 2018).	8
Tableau 3	Températures moyennes mensuelles en (°C) pour les régions de Sétif et de Constantine sur la période allant de 2000-2014.	9
Tableau 4	Températures moyenne mensuelles en (°C) pour les deux régions d'étude Sétif (2012-2014) et Constantine (2013-2014).	10
Tableau 5	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) pour les deux régions d'étude (Sétif et Constantine) durant la période allant de 2000-2014.	11
Tableau 6	Données pluviométriques moyennes mensuelles en (mm) pour les deux régions (Sétif et Constantine) durant la période d'étude 2012-2014.	12
Tableau 7	Humidité relative des deux régions d'étude (Sétif et Constantine) au cours de la période (2000-2014) (HR % : Humidité relative de l'air).	12
Tableau 8	Détermination des deux périodes, humide et sèche, dans chaque diagramme ombrothermique dressé dans les deux zones d'étude.	13
Tableau 9	Caractéristiques des variétés étudiées de la culture de blé tendre.	17
Tableau 10	Caractéristiques des variétés étudiées de la culture de blé dur.	18
Tableau 11	Caractéristiques des variétés étudiées de la culture d'orge.	19
Tableau 12	Comportement physiologique et résistance aux maladies pour les variétés des céréales étudiées.	20
Tableau 13	Les dimensions des parcelles pour chaque variété étudiée dans les deux zones d'étude (Sétif et El-Khroub).	21
Tableau 14	Techniques culturales appliquées sur les parcelles des trois cultures étudiées dans la zone de Sétif.	22
Tableau 15	Techniques culturales appliquées sur les parcelles des trois cultures étudiées dans la zone d'El-Khroub.	23

Tableau 16	Nombres de relevés par stades phénologiques de l'ensemble des trois plantes hôtes étudiées dans les deux zones d'étude durant la période d'expérimentation.	24
Tableau 17	Ensemble des variétés étudiées pour les trois cultures avec les techniques d'échantillonnage appliquées dans les deux zones d'étude, Sétif (2012, 2013 et 2014) et El-Khroub (2013-2014).	25
Tableau 18	Techniques d'échantillonnage réalisées dans quelques études entomologiques sur les céréales en Algérie.	26
Tableau 19	Nombre des talles et des épis examinés de l'ensemble des variétés étudiées durant leurs stades phénologiques pour chaque année dans les deux zones d'étude.	28
Tableau 20	Inventaire taxonomique global des insectes inventoriés dans les cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans les Hautes plaines.	40
Tableau 21	Liste des familles les plus abondantes en nombre d'espèces des trois ordres les plus dominants dans notre cas et dans l'étude de Kellil (2011) aux Hautes plaines de l'est.	63
Tableau 22	Comparaison entre les différentes catégories trophiques des espèces recensées sur l'ensemble des cultures céréalières étudiées dans notre cas et avec deux autres inventaires réalisés à l'Est algérien.	68
Tableau 23	Pourcentage (%) de chaque catégorie trophique trouvée selon les ordres d'insectes inventoriés dans les céréales des Hautes plaines.	71
Tableau 24	Nombre d'espèces par culture séparée et confondue selon les intervalles des valeurs de fréquence d'abondance (FA %) dans les Hautes plaines.	83
Tableau 25	Liste des espèces inventoriées par culture séparée et confondue selon les valeurs de (FA %) des deux intervalles (4 ^{ième} et 5 ^{ième}) dans les Hautes plaines.	85
Tableau 26	Liste des espèces ravageuses des céréales, prédatrices, parasitoïdes, pollinisatrices et nécrophages inventoriées par culture séparée et par l'ensemble de ces trois cultures selon le 3 ^{ième} intervalle [0,1-0,99] des valeurs de FA % dans les Hautes plaines.	100
Tableau 27	Liste des espèces phytophages et omnivores recensées dans les cultures céréalières dans la région des Hautes plaines, selon leurs FA % dans le 3 ^{ième} intervalle.	116

Tableau 28	Nombre d'espèces par culture séparée et par céréales suivant l'échelle de Constance dans les Hautes plaines.	123
Tableau 39	Liste des espèces constantes (> 50 %), nuisibles des céréales, utiles en lutte biologique et espèces d'autres catégories trophiques dans les cultures étudiées.	125
Tableau 30	L'échelle de constance (< 50 %) pour les espèces déprédatrices de toutes les cultures céréalières dans les Hautes plaines.	126
Tableau 31	Échelle de constance appliquée sur quelques espèces prédatrices et parasitoïdes dans les céréales des Hautes plaines.	129
Tableau 32	Similitude (%) entre les peuplements des trois cultures étudiées (blé dur, blé tendre et orge) durant les trois années d'études dans les Hautes plaines.	136
Tableau 33	Similitude (%) entre les peuplements des céréales durant les trois années d'étude (2012, 2013 et 2014) dans les Hautes plaines.	137
Tableau 34	Similitude (%) entre les insectes inventoriés sur les céréalières durant les quatre stades phénologiques de l'ensemble des trois années d'études dans les Hautes plaines.	145
Tableau 35	Similitude (%) entre les communautés des trois cultures céréalières étudiées (blé dur, blé tendre et orge) dans les deux zones d'étude.	149
Tableau 36	Analyse de la variance à deux facteurs (espèce et année) de l'abondance moyenne des espèces pour chaque culture étudiée dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines.	155
Tableau 37	ANOVA à deux facteurs contrôlés d'abondance moyenne en fonction des années et des cultures dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines.	161
Tableau 38	Analyse de la variance à deux facteurs (stade phénologique et année) de l'abondance moyenne des insectes pour les cultures étudiées dans les deux zones et la région des Hautes plaines.	165
Tableau 39	Analyse de la variance à deux facteurs étudiés (stade phénologique et culture) de l'abondance moyenne des espèces dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines.	169
Tableau 40	Analyse de la variance à deux facteurs étudiés (stade phénologique et espèce) de l'abondance moyenne des espèces dans les deux zones et les Hautes plaines.	172

Tableau 41	Analyse de la variance à deux facteurs (espèce et zone) de l'abondance moyenne des insectes pour les trois cultures étudiées.	176
Tableau 42	Effet moyen des espèce les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées dans les deux zones d'étude (Sétif, El-Khroub).	177
Tableau 43	Analyse de la variance représentant l'effet des deux facteurs (espèce et variété) sur l'abondance moyenne des insectes pour les cultures étudiées dans les deux zones et la région des Hautes plaines.	179
Tableau 44	Analyse de la variance à deux effets étudiés (espèce et variété commune) sur l'abondance moyenne des insectes pour chaque culture céréalière.	191
Tableau 45	Liste systématique des espèces d'insectes déprédatrices recensées dans l'ensemble des cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans les Hautes plaines.	196
Tableau 46	Liste des espèces ravageuses des céréales recensées dans quelques études réalisées en Algérie.	199
Tableau 47	Liste des espèces aphidiennes déprédatrices des céréales recensées dans quelques études affectées en Algérie et à l'étranger dans les agro-écosystèmes céréalières.	204
Tableau 48	Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans la région de Sétif.	209
Tableau 49	Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans la région d'El-Khroub.	212
Tableau 50	Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans des Hautes plaines.	217
Tableau 51	Nombre d'espèces ravageuses des cultures céréales total et selon leurs FA% total, des larves et des adultes pour chaque espèce par zone et par culture.	227

Tableau 52	Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans la zone de Sétif.	229
Tableau 53	Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans la zone d'El-Khroub.	234
Tableau 54	Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans les Hautes plaines.	237
Tableau 55	ANOVA à deux facteurs (espèces ravageuses et zone) des cultures étudiées	244
Tableau 56	Les espèces déprédatrices constantes sur toutes les cultures dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines.	257
Tableau 57	Les espèces déprédatrices constantes sur les différentes variétés des trois cultures étudiées dans la région des Hautes plaines.	260
Tableau 58	Les espèces déprédatrices constantes suivant les années d'expérimentation sur toutes cultures étudiées dans les deux zones d'étude et les Hautes plaines.	263
Tableau 59	Les espèces déprédatrices constantes suivant les stades phénologiques sur toutes cultures étudiées dans les deux zones d'étude et les Hautes plaines.	268
Tableau 60	Résultats de l'ANOVA appliquée aux effectifs totaux recensés d' <i>O. melanopus</i> sur blé dur dans la zone de Sétif durant trois années d'étude.	272
Tableau 61	Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuse/ prédatrice et Stade phénologique) de la culture du blé dur dans la zone d'El-Khroub.	275
Tableau 62	L'ensemble des espèces prédatrices et parasitoïdes des pucerons signalées sur toutes les cultures céréalières dans les Hautes plaines.	283

Liste des Figures

N° du Tableau	Titres	Pages
Figure 1	Situation géographique des deux zones d'étude (Sétif et Constantine) (Site 1).	7
Figure 2	Diagrammes ombrothermiques de Gausson des deux zones d'étude Sétif et Constantine durant une période allant de 2000-2014 (A et B) et pendant chaque année d'étude (2012, 2013 et 2014) à Sétif (C, D, E) et (2013 et 2014) à Constantine (F,G).	14
Figure 3	Piège coloré (A) et piège trappe (B) placés dans une parcelle échantillonnée de céréales.	31
Figure 4	Dispositif expérimental appliqué pour quelques variétés piégées des céréales dans les deux stations d'étude.	32
Figure 5	Nombre de taxons (familles, genres et espèces) d'insectes inventoriés dans l'ensemble des cultures céréalières aux Hautes plaines de l'Est.	54
Figure 6	Présentation des données de l'inventaire dans les trois cultures étudiées (blé dur, blé tendre et orge) selon le nombre de taxons dans la région des Hautes plaines. A) Nombre de familles ; B) Nombre de genres ; C) Nombre d'espèces.	77
Figure 7	Effectif (N_i) des insectes (A), Richesse total (S) des taxons (B), Indice de Shannon (H') (C), Indice d'équitabilité (E) (D) des espèces recensées sur les trois cultures séparées et confondues durant les trois années d'étude dans les Hautes plaines.	133
Figure 8	Richesse totale (S) des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.	139
Figure 9	Effectifs totaux des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.	139
Figure 10	Indice de Shannon (H') des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 03 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.	144
Figure 11	Indice d'équitabilité (E) des espèces d'insectes recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.	144
Figure 12	Effectif total (N_i), richesse totale (S), indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E) selon les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines pour toutes les cultures céréalières.	147

Figure 13	Effectif total (N_i) (A), richesse totale (S) (B), indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E) (C) des peuplements étudiés par culture et par variété dans la région des Hautes plaines.	151
Figure 14	Effet moyen d'année (2012, 2013, 2014) sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.	157
Figure 15	Effet moyen des espèces les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des espèces dominantes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines..	159
Figure 16	Effets année et culture sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type dans les zones de Sétif, El-Khroub et les Hautes plaines. A) Effet moyen de l'année (2012, 2013, 2014) ; B) Effet moyen de la culture (blé dur, blé tendre et orge).	162
Figure 17	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces pour les cultures étudiées durant les années d'étude. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines	164
Figure 18	Effets moyens stade phénologique et année sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour toutes les cultures étudiées. A, B) Sétif ; C,D) El-Khroub, E, F) Hautes plaines.	167
Figure 19	Effets moyens de stade phénologique et de culture sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les deux zones d'étude et les Hautes plaines. A) Stades phénologiques ; B) Cultures.	170
Figure 20	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces suivant les stades phénologiques et les cultures. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.	171
Figure 21	Effet moyen des espèces les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des espèces dominantes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.	174
Figure 22	Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les cultures céréalières étudiées dans la zone de Sétif. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) Variétés de Blé dur ; C) Variétés de Blé tendre ; D) Variétés d'Orge.	181
Figure 23	Effet moyen d'espèces dominantes sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés pour chaque culture céréalière étudiée dans la zone de Sétif.	183
Figure 24	Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les cultures céréalières étudiées dans la zone d'El-Khroub. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) : Variétés de Blé dur ; C) : Variétés de Blé tendre ; D) : Variétés d'Orge.	184
Figure 25	Effet moyen espèce sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés pour chaque culture céréalière étudiée dans la zone d'El-Khroub.	186

Figure 26	Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne et leur écart-type des insectes pour les cultures céréalières étudiées dans la région des Hautes plaines. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) : Variété de Blé dur ; C) : Variété de Blé tendre ; D) : Variété d'Orge.	187
Figure 27	Effet moyen espèce sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés de chaque culture céréalière étudiée dans la région des Hautes plaines.	189
Figure 28	Effet moyen sur l'abondance moyenne et leur écart-type des variétés communes des trois cultures dans les deux zones d'étude.	191
Figure 29	Effet moyen sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes des trois cultures dans les deux zones d'étude.	192
Figure 30	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la région de Sétif.	230
Figure 31	Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces déprédatrices sur l'abondance moyenne des ravageurs dans les trois cultures séparées et confondues à Sétif.	232
Figure 32	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la zone d'El-Khroub.	233
Figure 33	Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne des insectes dans les trois cultures séparées et confondues dans la zone d'El-Khroub.	236
Figure 34	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la région des Hautes plaines.	238
Figure 35	Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne des insectes dans les trois cultures séparées et confondues dans les Hautes plaines.	241
Figure 36	Abondance moyenne des ravageurs dans les trois cultures dans Sétif, El-Khroub et Hautes plaines.	243
Figure 37	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices pour toutes les cultures dans les deux zones d'étude.	245
Figure 38	Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne de l'ensemble des ravageurs dans les trois cultures séparées et confondues dans les deux zones d'étude.	247
Figure 39	Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices pour toutes les cultures dans les deux zones d'étude.	249

Figure 40	Variation pluriannuelle des effectifs moyens d' <i>O. melanopus</i> sur six variétés de blé dur suivant les stades phénologiques de la plante hôte dans la zone de Sétif.	273
Figure 41	Comparaison des moyennes de l'abondance des deux espèces <i>S. avenae</i> et <i>C. septicornata</i> sur le blé dur selon les données de trois différentes périodes dans la zone d'El-Khroub.	277
Figure 42	Comparaison des moyennes de l'abondance de l'ensemble des deux espèces, <i>S. avenae</i> et <i>C. septicornata</i> selon les stades phénologiques du blé dur durant les trois différentes périodes d'étude dans la zone d'El-Khroub.	279
Figure 43	Comparaison des moyennes de l'abondance des deux espèces, <i>S. avenae</i> et <i>C. septicornata</i> selon les stades phénologiques du blé dur pendant différentes périodes d'étude dans la zone d'El-Khroub. A) année 2013 ; B) année 2014 et C) l'ensemble des deux années (2013/2014).	280

Introduction

Le blé “genre *Triticum*” est l’une des cultures céréalières les plus importantes au monde et il est cultivé dans un large éventail de conditions climatiques, car il a une grande adaptation par rapport aux autres espèces de céréales (Varshney & al., 2006 ; Braun & al., 2010 ; Păuneț, 2010). C'est un aliment de base important pour plus de 4,5 milliards de personnes dans 94 pays en développement (Braun & al., 2010). En Algérie, au cours de la dernière décennie, le blé a représenté une moyenne de 67,1 % de toute la production céréalière (Derbal & al., 2015). Pour l'orge “ *Hordeum vulgare* L.” est considérée comme la quatrième culture céréalière la plus importante au monde, avec un taux de 7 % de la production céréalière mondiale (Pal & al., 2012).

En Algérie, la production des céréales est marquée par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques (Ammar, 2014 ; Rosion & Benabdrezzak, 2014). Les stress abiotiques tels que les stress hydrique et thermique sont considérés comme d'importants facteurs limitant la production de blé (Bouzerzoure & Monneveux, 1992 ; Benbelkecem & al., 1995 ; Mefti & al., 2000 ; Ciũca & al., 2009). Les hautes températures (sirocco) et de froid (gelées printanières) affectent le développement et tous les aspects de croissance de la céréale tout au long de son cycle (Bouzerzoure & Monneveux, 1992 ; Benbelkecem & al., 1995 ; Mefti & al., 2000).

Aussi, toutes les catégories taxinomiques confondues de ravageurs responsables des fléaux des cultures et des plantations sont un facteur important de limitation des ressources alimentaires de l'homme (Barbault, 2003). En tant que deuxième groupe majeur, les facteurs de stress biotiques peuvent être classés en cinq groupes indépendants dont les plantes, virus, bactéries, champignons, maladies causées par des insectes et des nématodes. Tous ces facteurs peuvent nuire à la croissance des plantes, du semis à la récolte (Peterson & Higley, 2001).

Les pertes totales de récolte dues aux pressions biotiques, en l'absence de toute protection est d'environ 50 % pour le blé. Selon les régions, ces pertes ne sont que partiellement réduites par les systèmes de protection de 34 à 38 % (Oerke, 2006). Car le blé est soumis à un large éventail de maladies (une centaine), d'adventices (une centaine) et de ravageurs (une trentaine) (Wiese, 1987).

Les insectes sont une composante très importante de la biosphère (Samways, 1994 ; Ujagir & Oonagh, 2009), ils constituent le groupe d'organismes le plus diversifié (Wheeler, 1990 ; Raven & Yeates, 2007). C'est pour cette raison qu'ils sont considérés comme des indicateurs de biodiversité, ils permettent de comprendre la biodiversité d'une région, d'une zone, d'un site et d'un agro-écosystème.

Les ravageurs Arthropodes, comme les insectes sont l'un des facteurs importants responsable de la diminution du rendement en blé (Oerke & Dehne, 2004). Ils détruisent environ 18 à 26 % de la production agricole mondiale. La plus grande proportion de pertes est entre 13 et 16 %, elle se produit au champ, avant la récolte, ces pertes sont les plus lourdes dans les pays en développement (Culliney, 2014). Mais d'après la consultation des données de la bibliographie sur les céréales en Algérie, nous constatons qu'il y a très peu d'informations sur les insectes nuisibles associés aux cultures céréalières "blé dur, blé tendre et orge", et même les autres groupes d'insectes d'importance écologique et économique comme les auxiliaires et les nettoyeurs. En Algérie, les études portant sur l'entomofaune de plusieurs cultures céréalières restent très insuffisantes, à notre connaissance, il y a seulement les trois travaux de Chaabane (1993), de Kellil (2011) et de Hadj-Zouggar (2014) qui ont inventorié l'entomofaune des trois cultures céréalières à la fois, mais pour les trois auteurs Madaci (1991), Mohand-Kaci (2001) et Berchiche (2004), ils ont recensé des insectes uniquement sur le blé.

La région des Hautes plaines de l'Est est bien connue par l'importance de la céréaliculture, mais également par les faibles rendements dus en partie aux attaques d'insectes. Cependant, le manque d'études dans ce domaine constitue un facteur limitant au développement des cultures céréalières. Étudier l'entomofaune de céréales dans deux régions différentes des Hautes plaines de l'Est (Sétif et Constantine) répond donc au besoin d'identifier et d'approfondir la connaissance de ses ravageurs et des autres insectes auxiliaires ou associés. Cela permettra d'améliorer la compréhension des interactions entre ces insectes et ces plantes hôtes, afin d'envisager le développement intensif des céréales qui demeurent primaires dans les Hautes plaines de l'est. Le choix de ces cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) comme modèle d'étude se justifie par trois raisons fondamentales, à savoir :

- ✓ les fruits de ces cultures restent la première et l'importante source alimentaire pour la population Algérienne et même Maghrébine ;
- ✓ les céréales jouent un rôle important dans le domaine socio-économique dans toute son aire de culture (occupation de terrain contre l'érosion du sol, terrain de pâturage après la moisson, revenue des agriculteurs, contre l'immigration vers les villes, ...) ;
- ✓ les graines de ces cultures est une ressource à fort potentiel industriel (pate alimentaire, biscuits, semoule,...).

Ce travail a pour principal objectif d'acquérir une connaissance précise des tendances de la biodiversité des espèces d'insectes dans les agro-écosystèmes céréaliers, qui est une préoccupation urgente pour les agronomes qui cherchent à déterminer l'impact réel et potentiel des insectes

ravageurs et leurs ennemis naturels dans des régions à vocation céréalière des Hautes plaines de l'est algérien.

En plus ce travail s'est focalisé sur plusieurs autres objectifs qui ont une grande importance afin d'éclaircir l'image sur les espèces d'insectes, soit en groupe taxonomique, en statut trophique, et même leur constance, soit en effectif qu'il indique l'importance des populations des insectes dans les différents agro-écosystèmes céréaliers étudiés. Cette étude est réalisée sur l'ensemble de vingt-trois variétés de trois cultures céréalières "blé dur, blé tendre et orge", dans deux stations expérimentales situées dans la région des Hautes plaines de l'Est : la station de l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) de Sétif et du CNCC (Centre National de Contrôle et de Certification des Semences et Plants) d'El-Khroub, durant une période d'étude de 3 années "2012, 2013 et 2014". Dans ce contexte, nous présentons quelques objectifs qui aident à étudier les différents groupes d'insectes des céréales.

- ✓ Dans notre cas, nous avons inventorié l'ensemble des insectes de plusieurs ordres, pour préciser quel est l'ordre le plus dominant en espèces ? Et aussi quels sont les ordres les plus riches en espèces prédatrices des céréales et leurs ennemis naturels ? Triplehorn & Johnson (2005) ; Pedigo & Rice (2006) dénotent que les insectes et les acariens sont à l'origine de la majorité des dégâts sur les cultures, tels que : les Orthoptera, Hemiptera (Heteroptera et Homoptera), Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera et Diptera, qui sont considérés comme les ordres d'insectes les plus importants contenant les ravageurs des agro-écosystèmes.
- ✓ Dans nos agro-écosystèmes céréaliers, nos connaissances de la biodiversité, en espèces et le statut trophique des insectes restent très limitées, suivant les variations spatio-temporelles. Aussi, la détermination du régime alimentaire de chaque espèce a un effet considérable sur l'agriculture, nous citons les insectes ravageurs et vecteurs des virus, les pollinisateurs, les parasitoïdes et les prédateurs des ravageurs des cultures, et même sur le sol grâce aux nécrophages responsables de la dégradation de la matière organique en décomposition.
- ✓ Malheureusement, il est difficile de combiner dans une même variété les caractéristiques morphologiques, biochimiques, rendement et résistance. Pour cela, nous avons étudié vingt-trois variétés distribuées entre locales et introduites, afin de préciser la variété la moins accueillante des peuplements d'insectes et aussi de les proposer aux agricultures pour les cultiver. Riba & Silvy (1989) ; Trottet & Doussinault (2002) montrent que la sélection variétale peut avoir pour objet soit de réduire la population du ravageur, soit d'éliminer le maximum d'individus, soit enfin d'accroître la tolérance de la plante cultivée.
- ✓ Les insectes causent également une perte indirecte en tant que vecteur de divers agents pathogènes des plantes (Sharma & *al.*, 2000). Un grand nombre de virus sont disséminés dans

la nature par des insectes vecteurs tels que les pucerons, les cicadelles et les thrips (Bosque-Perez & Eigenbrode, 2011 ; Malschi & *al.*, 2015). Pour cette raison, nous avons proposé de dresser une liste des espèces déprédatrices des céréales et aussi de classer chaque type de ces ravageurs, entre ravageur primaire et secondaire.

- ✓ Les études bio-écologiques ont concerné essentiellement les ravageurs associés à la céréaliculture, afin de présenter les deux stades biologiques (larve et adulte) de chaque espèce ravageur, et aussi de faire une distinction entre ces deux stades, soit pour chaque espèce, soit pour l'ensemble de toutes les espèces sur toutes les cultures étudiées, pendant les différentes années d'exploitation, suivant les calculs de fréquence d'abondance, de fréquence d'occurrence et d'analyses statistiques.
- ✓ Les pertes de rendement moyen de blé dans le monde entier dues aux insectes varient en fonction du type d'insectes nuisibles, les mesures de contrôle appliquées, le type de variété cultivée et les pratiques agronomiques suivies (Oerke & Dehne, 2004 ; Oerke, 2006 ; Culliney, 2014). A cet effet, il s'avère capital de se pencher sur l'étude bio-écologique des peuplements des deux espèces ravageuses inféodées aux champs de céréales *Oulema melanopus* et *Sitobion avenae* afin d'apprécier le rôle de la plante céréalière hôte, blé dur avec ses variétés, durant les quatre différents stades phénologiques des trois à deux années successives respectivement dans la zone de Sétif pour cette première espèce, et à la zone d'El-Khroub pour cette deuxième espèce.
 - Nous avons procédé à l'étude la dynamique des populations du criocère des céréales *O. melanopus* pour indiquer quelle est la variété la plus peuplée et le stade le plus touché par cette espèce ?
 - La dynamique des peuplements de l'espèce ravageuse *S. avenae* et son prédateur *Coccinella septempunctata* est également étudié pour suivre l'évaluation du niveau de variabilité, et de la structure des populations de chaque espèce, et aussi de préciser le stade et l'année les plus infestés par ce puceron. A cet égard, nous pouvons avoir une meilleure compréhension des interactions entre les différents protagonistes : plante (blé dur)/ ravageur (*S. avenae*)/ auxiliaires (*C. septempunctata*). Nous avons choisi de suivre la dynamique du puceron *S. avenae* parce que c'est l'espèce la plus fréquente des pucerons dans notre échantillonnage. Saint-pierre & Comeau (1989) ; Blackman & Eastop (2000) ; Blackman & Eastop (2007) ont dénoté que plusieurs espèces de pucerons peuvent transmettre le virus de BYDV aux céréales, *Rhopalosiphum padi* et *Sitobion avenae* sont parmi les espèces vectrices les plus efficaces de cette maladie.

Cette thèse s'est tout d'abord focalisée sur la présentation des régions d'étude et aussi le matériel et les méthodes appliqués pendant la réalisation de cette expérimentation. Puis le premier chapitre des résultats et discussions de ce travail s'est concentré sur l'appréciation de la biodiversité fonctionnelle des espèces inventoriées dans les différents agro-écosystèmes céréaliers dans la région des Hautes plaines de l'est. Afin de répondre aux principaux objectifs, deux approches ont été développées dans le deuxième chapitre des résultats et discussions: la première traçant une liste des espèces ravageuses des céréales avec des calculs de fréquence d'abondance et d'occurrence de chaque espèce, selon leurs deux stades biologiques. La deuxième visant à étudier la dynamique des populations des deux ravageurs, *O. melanopus* et *S. avenae* afin de mieux comprendre leur bio-écologie suivant la plante hôte du blé dur. La thèse est terminée par une conclusion générale récapitulant les principaux résultats avec des orientations et des perspectives.

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Présentation des zones d'étude et des champs de céréales étudiés

1.1. Localisation et description

1.1.1. Zone de Sétif et station de l'ITGC

La région de Sétif se situe dans les Hautes plaines de l'Est Algérien. Elle est localisée entre 35° 00' et 36° 50' de latitude Nord et entre 5° et 6° de longitude Est. Elle est limitée au Nord, par les wilayas de Béjaïa et de Jijel, à l'Est, par la wilaya de Mila, au Sud-Est par la wilaya de Batna, au Sud-Ouest par la wilaya de M'sila et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou-Arredj (**Fig. 1**). La wilaya de Sétif s'étend sur une superficie de 6.504 Km², soit 0,27 % du territoire national et comprend 60 communes réparties en 20 daïras.

L'expérimentation a été conduite au niveau de la ferme expérimentale de l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures), située à 4 Km au Sud-Ouest du chef lieu de la wilaya de Sétif. Le site concerné est caractérisé par les coordonnées moyennes suivantes : latitude : 36° 9' N ; longitude : 5° 00' E et une altitude de 1035 m.

Enclavées entre la petite Kabylie au Nord, le Hodna et les Aurès au Sud, s'étendent depuis les monts de Mansourah à l'Ouest et vers l'Est, des plaines d'altitude comprises entre 800 et 1300 m, légèrement inclinées vers le Sud : les Hautes plaines Sétifiennes, jadis appelées les Hauts Plateaux (Cote, 1981). Parsemées de reliefs et de dépressions salines (Chott et Sebkha), ces plaines s'articulent au Nord sur l'extrémité orientale de la chaîne des Bibans et sur les massifs de Megriss et des Babors. Au Sud, elles sont bordées par les monts du Hodna qui font la jonction entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Vers l'Est, elles sont limitées par les monts du Constantinois (Cote, 1981).

1.1.2. Zone de Constantine et station du CCNC d'El-Khroub

La wilaya de Constantine, l'une des wilayas du Nord-Est Algérien, elle se positionne entre 05° 00' et 6° 00' de longitude Est et entre 35° 40' et 36° 35' de latitude Nord. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Skikda, au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi, à l'Est et à l'Ouest, respectivement, par les wilayas de Mila et de Guelma (**Fig.1**). Administrativement, la wilaya est composée de 6 daïras et 12 communes. Cette wilaya s'étend sur une superficie de 2297,2 Km², soit 0,09 % de l'ensemble de la superficie nationale.

La zone d'El-Khroub où se situent nos champs d'étude, est limitée au Nord par la ville de Constantine, au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi, à l'Est par la région d'Oued Zenati et

à l'Ouest par la wilaya de Mila. Les Hautes plaines de la zone de Constantine sont situées au Sud-est de la wilaya entre les chaînes de l'atlas tellien et l'atlas saharien. Elles s'étendent sur les communes d'Ain Abid, Ouled Rahmoun, El-Khroub, Ain Smara ainsi que Ben Badis.

L'étude est menée dans la ferme expérimentale du CNCC (Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants), située à El-Khroub, à 15 Km au Sud-Est de Constantine à une latitude : $6^{\circ} 67'$ N et longitude $36^{\circ} 55'$ E, avec une altitude moyenne de 640 m.

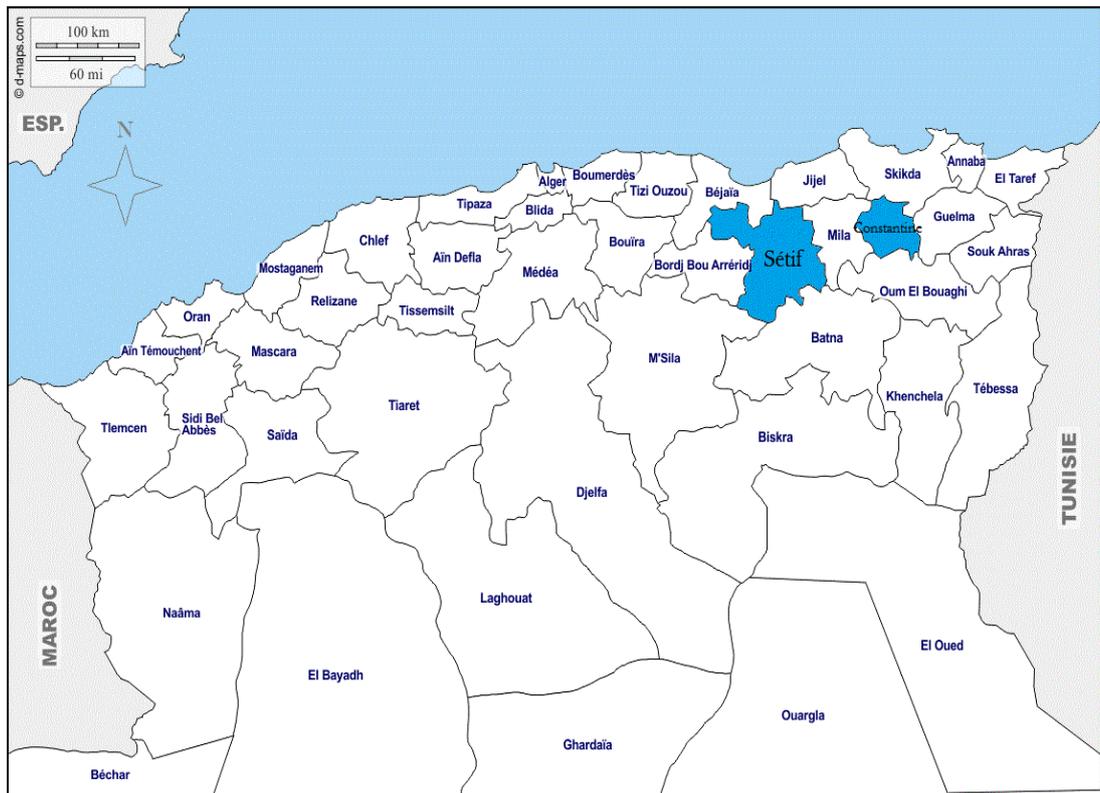


Figure 1 : Situation géographique des deux zones d'étude (Sétif et Constantine) (Site 1).

1.2. Sols des deux stations d'étude

Les caractéristiques physico-chimiques des sols de l'ITG de Sétif révèlent que ces sols sont moyens à lourds, pauvres sur le plan chimique, très riches en calcaire total avec un pouvoir chlorosant moyen. Le pH est moyennement alcalin et la salinité est faible (Ferras, 2015) (**Tab.1**).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des sols de la station de l'ITGC de Sétif (Ferras, 2015).

Propriétés physiques		Propriétés chimiques	
Argiles	40,30 %	Calcaire total	30,46 %
	48,36 %	Calcaire actif	6,2 %
Limons	10,36 %	Potassium (K) meq/100g de sol	0,466
Sables	Argilo-limoneuse	Azote (N) meq/100g de sol	0,8
		CE mm hos/cm	0,10
		pH	8,11
Texture			

Les sols de l'ITGC et CNCC d'El-Khroub sont lourds et basiques, pauvres en matière organique, faiblement salins et très riches en calcaire total ($\text{CaCO}_3 = 33,23 \%$). Les sols sont moyennement pourvus en azote et en phosphore, le complexe adsorbant est dominé par le calcium, qui est facile à déplacer (ITGC, 2018) (**Tab.2**).

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des sols de la station de CNCC d'El-Khroub (ITGC, 2018).

Propriétés physiques		Propriétés chimiques			
Sable	24 %	K meq/100 g	0,99	P ppm	18,2
Argile	44 %	Na meq/100 g	0,3	N	0,12 %
Limon	32 %	Mg meq/100 g	3,02	pH	8,5
Texture	Sol argileux	Ca meq/100 g	37,97	Calcaire total	33,23 %
		CE mm hos/cm	0,172	M.O	1,65 %

1.3. Climat

Pour caractériser le climat des deux zones d'étude, Sétif et Constantine, nous avons utilisé des données climatiques d'une période de 15 années, allant de 2000 jusqu'à 2014, aussi nous avons présenté les détails sur la période de nos expérimentations allant de 2012 jusqu'à 2014 dans ces deux zones. Ces données sont recueillies au niveau de la station météorologique d'Ain El-Bey de Constantine avec une latitude : $36^\circ 26'$ et une longitude : $06^\circ 61'$.

1.3.1. Températures

Nous constatons que janvier est le mois le plus froid pour les deux régions (Sétif et Constantine), respectivement, avec des températures moyennes de 5,39 °C et 7,31 °C. Juillet est le mois le plus chaud avec des températures moyennes de 26,45 °C à Sétif et 26,8 °C à Constantine. Les moyennes maximales dans les deux régions d'étude sont notées pour le mois de juillet 34,67 °C à Sétif et 35,23 °C à Constantine. Les valeurs thermiques minimales comprises entre 0,20 et 2,10 °C sont enregistrées en janvier pour les deux régions (**Tab. 3**).

Tableau 3: Températures moyennes mensuelles en (°C) pour les régions de Sétif et de Constantine sur la période allant de 2000-2014. T_M : Température maximale moyenne ; T_m : Température minimale moyenne ; T_{Moy} : Température moyenne $(T_M + T_m) / 2$.

Station	T (°C) Mois/	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aut.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Sétif	T_M	10,58	11,23	15,41	18,61	23,81	30,3	34,67	33,74	27,68	22,98	15,15	10,83
	T_m	0,2	0,45	3,46	5,93	9,58	14,32	18,22	17,88	13,95	10,21	4,62	1,11
	T_{Moy}	5,39	5,84	9,43	12,27	16,69	22,31	26,45	25,81	20,81	16,6	9,89	5,97
Constantine	T_M	12,52	13,13	17,02	20,25	25,23	31,31	35,23	34,68	29,11	25,01	17,61	13,23
	T_m	2,1	2,39	4,86	7,19	10,57	14,87	18,37	18,27	15,2	11,85	6,6	3,29
	T_{Moy}	7,31	7,76	10,94	13,72	17,9	23,09	26,8	26,47	22,16	18,43	12,11	8,26

(Station météorologique régionale de l'Est Ain El Bey, Constantine, 2015, <https://fr.tutiempo.net/climat>).

Au cours de la période expérimentale (2012, 2013 et 2014), février est le mois le plus froid pour les deux zones, Sétif en 2012, 2013 et Constantine en 2013, avec des températures moyennes respectivement, de 1,83 °C, 3,83 °C et 6,5 °C. En 2014, le mois de janvier est le mois le plus froid dans les deux zones, 6,61 °C à Sétif et 8,57 °C à Constantine.

Le mois d'août est le plus chaud en 2012 et 2014 dans ces deux zones, avec des moyennes mensuelles de 27,97 et 26,82 °C à Sétif et de 27,02 °C à Constantine. En revanche, le mois de juillet est le plus chaud en 2013 dans les deux zones d'étude, Sétif et Constantine avec des moyennes mensuelles de 26 et 26,21 °C respectivement (**Tab.4**).

Tableau 4: Températures moyenne mensuelles en (°C) pour les deux régions d'étude Sétif (2012-2014) et Constantine (2013-2014). T_M : Température maximale moyenne; T_m : Température minimale moyenne; T_{Moy} : Température moyenne ($T_M + T_m$) /2.

Stations	Année	T (°C) /Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aut.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Sétif	2012	T_M	10,76	6,79	15,58	17,16	25,79	34,57	36,16	37,06	28,61	23,75	16,87	12,12
		T_m	-1,38	-3,12	2,7	5,17	9,04	16,51	18,79	18,87	13,75	10,11	5,73	-0,06
		T_{Moy}	4,69	1,83	9,14	11,17	17,41	25,54	27,48	27,97	21,18	16,93	11,3	6,03
	2013	T_M	10,43	8,97	15,25	19,33	21,82	29,13	34,79	32,1	27,36	26,38	14,04	11,23
		T_m	-0,01	-1,31	3,3	5,98	7,62	11,12	17,22	15,74	14,67	12,52	4,06	0,1
		T_{Moy}	5,21	3,83	9,27	12,66	14,72	20,13	26	23,92	21,01	19,45	9,05	5,67
	2014	T_M	11,95	13,49	13,14	20,66	25,23	29,32	33,83	35,15	31,12	25,38	17,98	9,78
		T_m	1,28	0,88	1,97	5,18	8,74	13,45	16,75	18,49	16,01	10,14	6,4	0,92
		T_{Moy}	6,61	7,18	7,55	12,92	16,98	21,39	25,29	26,82	23,57	17,76	12,19	5,35
Constantine	2013	T_M	12,7	11,65	17,86	21,7	24,61	28,79	34,75	32,75	28,53	28,08	15,8	12,95
		T_m	2,17	1,35	5,37	7,04	8,85	11,76	17,67	16,83	15,95	13,63	6,13	2,22
		T_{Moy}	7,44	6,5	11,62	14,37	16,73	20,27	26,21	24,79	22,24	20,85	10,96	7,58
	2014	T_M	14,11	15,7	14,19	21,83	25,33	31,16	34,05	35,45	33,07	27,04	21,14	12,86
		T_m	3,03	2,91	3,7	6,05	9,03	14,2	17	18,6	16,97	11,75	8,07	3,34
		T_{Moy}	8,57	9,3	8,94	13,94	17,18	22,68	25,52	27,02	25,02	19,4	14,61	8,1

(Station météorologique régionale de l'Est Ain El Bey, Constantine, 2015, <https://fr.tutiempo.net/climat>).

En outre, février est le mois le plus froid dans les deux zones, Sétif en (2012, 2014) et Constantine en (2013, 2014) respectivement, avec des valeurs de -3,12 ; 0,88 ; 1,35 et 2,92 °C. En 2013, à Sétif, le mois de janvier est le plus froid avec une valeur de -0,01 °C. Le mois d'août est le mois le plus chaud avec des températures maximales de 37,07 ; 35,15 °C à Sétif en 2012 et 2014 respectivement, et de 35,45 °C à Constantine en 2014. En 2013, le mois de juillet est le mois le plus chaud dans les deux zones d'étude avec des températures maximales de 34,79 °C à Sétif et 34,75 °C à Constantine (**Tab.4**).

1.3.2. Précipitations

Dans les deux régions d'étude, le mois de décembre est le mois le plus pluvieux, avec une moyenne de 45,23 mm à Sétif et 71,23 mm à Constantine. Par ailleurs, juillet reçoit le minimum de précipitations pour la zone de Sétif, avec 12,96 mm. À Constantine, juin est le mois le moins pluvieux avec une quantité de 13,43 mm. Le total des précipitations est de 413,27 mm à Sétif et 502,42 mm à Constantine (**Tab.5**).

Tableau 5 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) pour les deux régions d'étude (Sétif et Constantine) durant la période allant de 2000 à 2014.

Région Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aut.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Sétif	43,99	35,14	35,94	50,21	40,5	19,45	12,96	29,33	31,32	29,79	39,42	45,23	413,27
Constantine	63,17	53,13	53,89	52,05	44,09	13,43	16,39	14,06	37,91	34,69	48,36	71,23	502,42

(Station météorologique régionale de l'Est Ain El Bey, Constantine, 2015, <https://fr.tutiempo.net/climat>).

Les mois les plus pluvieux dans la zone de Sétif durant les trois années d'étude sont le mois d'avril en 2012 avec 79,5 mm, janvier en 2013 avec 77,21 mm et mars en 2014 avec 83,3 mm. À Constantine, le mois de février en 2013 et mars en 2014 sont les mois les plus arrosés avec respectivement 107,95 et 113,29 mm (**Tab.6**).

Les mois les plus secs représentés par le mois de décembre (2012), juin (2013) et août (2014) à Sétif avec 5,84 ; 2,03 et 0 mm respectivement. À Constantine, le mois de juillet en 2013 et d'août en 2014 sont les mois les plus secs avec respectivement 2,04 et 0 mm (**Tab.6**).

L'année 2013 est la plus pluvieuse dans les deux zones d'étude avec 425,96 mm à Sétif et 467,59 mm à Constantine. L'année 2014 à Sétif représente l'année la moins arrosée avec une valeur de 318,26 mm (**Tab.6**).

Tableau 6 : Données pluviométriques moyennes mensuelles en (mm) pour les deux régions (Sétif et Constantine) durant la période d'étude 2012-2014.

Zones	Années	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aut.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
		Sétif	2012	48,01	64,25	14,22	79,5	6,1	14,98	8,89	7,11	28,2	27,42	79,76
2013	77,21		51,83	29,22	38,09	58,42	2,03	11,17	23,88	30,74	49,03	22,35	31,99	425,96
2014	36,08		9,4	83,3	2,03	47,24	41,14	2,04	0	7,37	6,1	21,59	61,97	318,26
Constantine	2013	61,2	107,95	43,42	30,24	9,66	17,02	2,04	22,59	33,77	24,64	85,85	29,21	467,59
	2014	31,48	41,92	113,29	5,08	60,21	14,47	1,02	0	12,45	13,21	24,37	72,14	389,64

(Station météorologique régionale de l'Est Ain El Bey, Constantine, 2015, <https://fr.tutiempo.net/climat>).

1.3.3. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est élevée durant le mois de décembre à Sétif et à Constantine avec respectivement 79,91 et 78,89 %. Celle-ci est basse en juillet avec 38,79 % à Sétif et 46,84 % à Constantine (**Tab.7**).

Tableau 7 : Humidité relative des deux régions d'étude (Sétif et Constantine) au cours de la période (2000-2014) (HR % : Humidité relative de l'air).

Zones	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aut.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Sétif	77,8	74,01	67,97	65,82	59,77	46,08	38,79	42,3	57,53	63,68	74,45	79,91
Constantine	78,56	76	72,15	70,59	65,88	53,28	46,84	50,11	63,1	66,63	74,25	78,89

(Station météorologique régionale de l'Est Ain El Bey, Constantine, 2015, <https://fr.tutiempo.net/climat>).

1.3.4. Synthèse climatique

1.3.4.1. Diagrammes ombrothermiques de Gaussen

Ils sont construits en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations (Faurie & al., 2003). La saison sèche apparaît quand la courbe des précipitations recoupe celle des températures (Dajoz, 1985). Un mois est réputé «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire (Frontier & al., 2004).

En vue de déterminer les périodes humides et sèches pour les deux zones d'étude au cours de la période allant de 2000 à 2014, nous avons tracé deux diagrammes ombrothermiques. Afin de déterminer la période humide et sèche pour chaque année d'expérimentation dans ces deux zones, nous avons dressé les diagrammes ombrothermiques (Fig.2). A partir de ces diagrammes, nous avons résumé les principales distinctions entre les périodes humides et sèches sur le **Tableau 8**.

Tableau 8 : Détermination des deux périodes, humide et sèche, dans chaque diagramme ombrothermique dressé dans les deux zones d'étude.

Zones	années	Période humide et froide		Période sèche et chaude	
		Nombre de mois	Période/ mois	Nombre de mois	Période/ mois
Sétif	2000-2014	7	Janvier jusqu'à mai et de novembre à décembre	5	Juin à octobre
	2012	4	Janvier-février et avril et novembre	8	Mars et mai jusqu'à octobre et décembre
	2013	8	Janvier jusqu'à mai et d'octobre à décembre	4	Juin jusqu'à septembre
	2014	6	Janvier, mars, mais et septembre jusqu'à octobre et décembre	6	Avril, juin jusqu'à août et novembre
El-Khroub	2000-2014	7	Janvier jusqu'à mai et de novembre à décembre	5	Juin à octobre
	2013	6	Janvier jusqu'à avril et novembre jusqu'à décembre	6	Mai jusqu'à octobre
	2014	5	Janvier jusqu'à mars et mai et décembre	7	Avril et à partir juin jusqu'à novembre

Nous constatons que les diagrammes ombrothermiques pour les deux zones d'étude, durant une période de 15 années, font apparaître les mêmes périodes, sèche et chaude de 5 mois et humide et froide de 7 mois (**Fig.2 A, B**). De plus, nous observons des différences entre les périodes sèches et humides au niveau de la même année dans chaque zone.

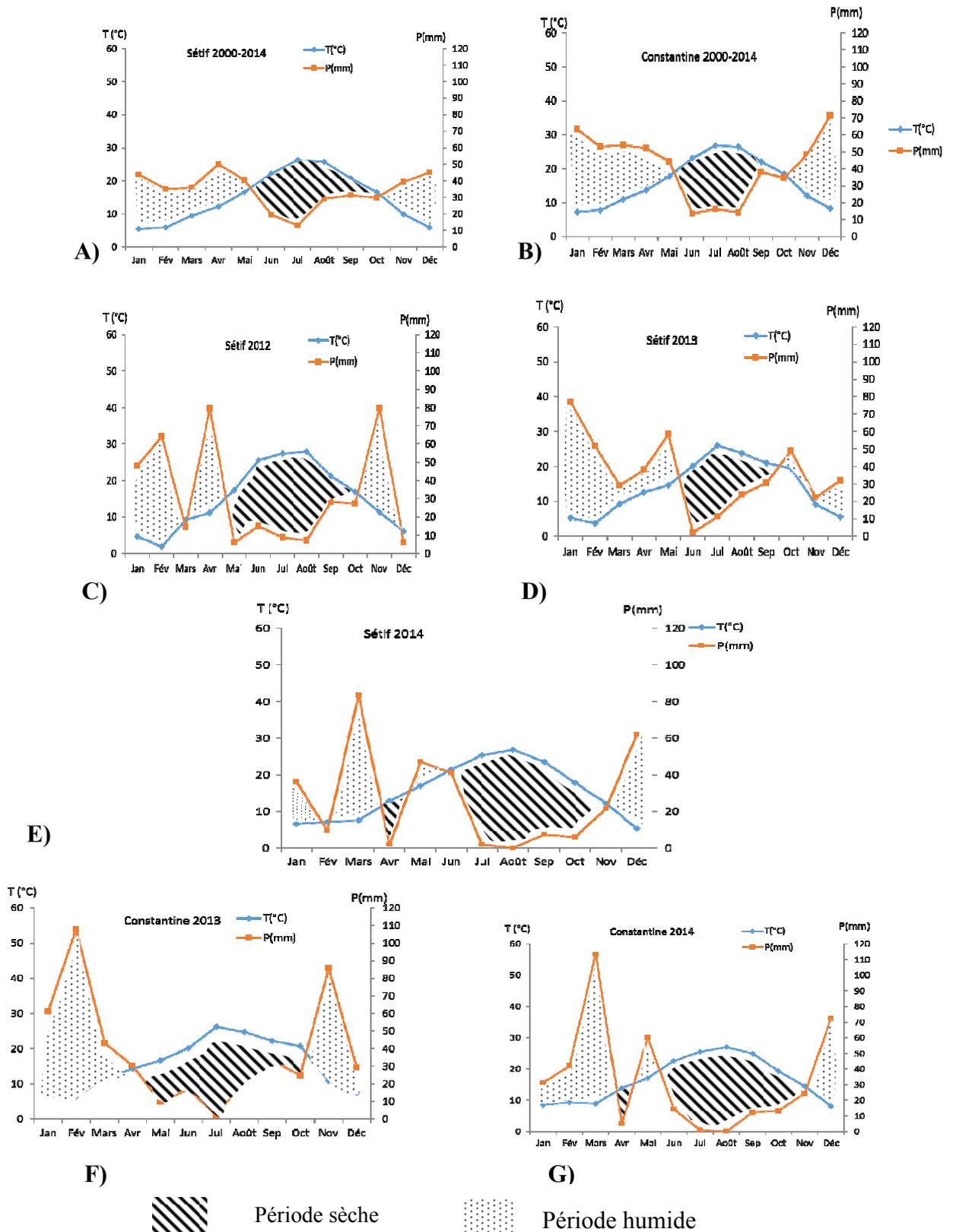


Figure 2 : Diagrammes ombrothermiques de Gaussen des deux zones d'étude Sétif et Constantine durant une période allant de 2000-2014 (A et B) et pendant chaque année d'étude (2012, 2013 et 2014) à Sétif (C,D, E) et (2013 et 2014) à Constantine (F,G).

1.3.4.2. Climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz, 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la

formule simplifiée : $Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$ (Stewart, 1969)

P : pluviométrie annuelle en mm.

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en °C.

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 1985). Selon Faurie & al. (1998) cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue, les zones suivantes

- ✓ Humides pour $Q_2 > 100$;
- ✓ Tempérées pour $100 > Q_2 > 50$;
- ✓ Semi-arides pour $50 > Q_2 > 25$;
- ✓ Arides pour $25 > Q_2 > 10$;
- ✓ Désertiques pour $Q_2 < 10$.

En vue de la localisation de l'étage bioclimatique pour les deux zones d'étude dans le climagramme d'Emberger, nous avons calculé le quotient pluviothermique Q_2 avec des données climatiques calculées sur une période, de 15 ans pour Sétif et Constantine respectivement Q_{2a} et Q_{2b} .

$$Q_{2a} = 3,43 \frac{413,27}{34,67 - 0,2} = 41,12 \quad Q_{2b} = 3,43 \frac{502,42}{35,23 - 2,1} = 52,02$$

Selon les deux valeurs de Q_2 (41,12 et 52,02) pour les deux zones d'étude Sétif et Constantine respectivement, ces zones sont classées dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

1.4. Choix des zones d'étude et des Cultures

1.4.1. Choix des zones

Afin de réaliser cette étude, nous avons choisi la région des Hautes plaines de l'est algérien, à savoir Sétif et El-Khroub, pour plusieurs raisons entre autre :

- ✓ L'importance des productions, car la céréaliculture reste encore de nos jours la principale activité agricole dans les Hautes plaines (ITGC, 2010).
- ✓ La présence des stations expérimentales de l'ITGC à Sétif et du CNCC à El-Khroub, donne l'occasion de choisir plus d'une culture céréalière avec plusieurs variétés, car chez les agriculteurs nous trouvons rarement cette diversité.
- ✓ L'accessibilité au terrain, sécurité, l'aide des techniciens, afin d'obtenir le maximum d'informations sur les parcelles, les techniques culturales appliquées, les variétés cultivées et aussi sur les travaux entomologiques qui ont été réalisés au niveau de ces parcelles.
- ✓ Aussi, l'absence totale des traitements phytosanitaires par les insecticides, au niveau de ces deux stations expérimentales, par contre la majorité des agriculteurs appliquent tous les types de traitements phytosanitaires.
- ✓ Et pour compléter l'étude des complexes entomologiques des cultures céréalières de Kellil (2011), dans ces deux stations expérimentales, situées dans ces mêmes zones, afin de suivre le même protocole expérimentale et aussi les recommandations proposées durant la réalisation de la première étude.

1.4.2. Choix des cultures et leurs variétés

En Algérie, la céréaliculture représente chaque année près de la moitié des 3,5 à 4 millions d'hectares emblavés. 60 % de la sole céréalière est localisée dans les Hautes plaines (DSA, 2010). C'est pour cette raison que notre choix a porté sur l'étude de trois cultures céréalières le blé dur, le blé tendre et l'orge qui représentent les principales cultures répandues dans la région des Hautes plaines de l'Est.

Pour faire une comparaison entre la présence, l'installation et la dynamique des peuplements d'insectes selon leurs statuts trophiques sur les différentes variétés des trois cultures étudiées. À cet effet, notre choix a porté sur l'ensemble de vingt-trois variétés de céréales dans les deux régions d'études et durant les années d'échantillonnage (2012, 2013 et 2014) à Sétif et (2013 et 2014) à El-Khroub.

Pour décrire les principales caractéristiques des variétés étudiées, nous avons consulté les trois guides des catalogues des variétés cultivées en Algérie (ITGC, 1978 ; Boufenar-Zaghouane & Zaghouane, 2006 ; CNCC, 2015). Ces guides nous ont permis d'avoir les

informations sur les principales caractéristiques de ces variétés. A savoir des critères morphologiques, culturales, productivités, et aussi les caractères qualitatifs et les conditions techniques appliquées pour chaque variété.

Dans le **Tableau 9**, nous avons présenté les neuf variétés étudiées de blé tendre qui sont Ain-Abid, Arz, Anapo, Anforita, Djenat, Djemila, Hd1220, R'mada et Wifak.

Tableau 9 : Caractéristiques des variétés étudiées de la culture de blé tendre.

Variétés	Caractéristiques
Ain Abid	Origine : Espagne ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : Plaines intérieures, Hauts plateaux; Date de semis : novembre- décembre ; Dose de semis : 120 kg/ha ; Cycle végétatif : semi-précoce ; Tallage : fort ; compacité de l'épi est lâche avec une couleur de l'épi blanche ; Hauteur de la plante : moyenne ; Rendement en grains : 35 qx/ha ; PMG : élevé
Anapo	Origine : Italie ; Année d'inscription : 2009 ; l'épi est demi lâche à demi compact avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : moyenne ; Rendement en grain : élevé.
Anforita	Origine : Italie ; Année d'inscription : 2011 ; l'épi est mi-lâche à mi compact avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : moyenne ; Rendement en grain : élevé.
Arz (Beni Slimane)	Origine : CIMMYT (Mexique) ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : littoral, plaines intérieures ; Date de semis : novembre- décembre ; Dose de semis : 120 kg/ha; Cycle végétatif : semi-précoce ; Tallage : fort ; compacité de l'épi est lâche et fortement coloré; Hauteur de la plante : 95-100 cm ; Rendement en grains : 30 qx/ha ; PMG : élevé
Djanet (ACSAD (899))	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 2012 ; l'épi est lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : 80 cm ; Rendement en grains : 51,85 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé
Djemila (ASCAD 969)	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 2012 ; l'épi est lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : 80 cm ; Rendement en grains : 36,75 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé
Hd1220 (Hiddab)	Origine : CIMMYT (Mexique) ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : littoral, plainesintérieures ; Date de semis : novembre- décembre ; Dose de semis : 100-140 kg/ha ; Cycle végétatif : semi-précoce à précoce ; Tallage : moyen à fort ; compacité de l'épi est très lâche avec une couleur blanche; Hauteur de la plante : 90-110 cm ; Rendement en grains : 60 qx/ha ; PMG : élevé
R'mada (ACSAD 885)	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 2011 ; l'épi est lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : 75 cm ; Rendement en grains : 57,72 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé
Wifak	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 2011 ; l'épi est lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : 80 cm ; Rendement en grains : 58,46 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé

Nous avons étudié dix variétés de blé dur qui sont Bouselam, Cirta, Gtadur, MBB, Megress, Setifis, Simeto, Tadjdid, Vitron et Waha. Les caractéristiques de ces variétés sont consignées dans les **Tableau 10**.

Tableau 10: Caractéristiques des variétés étudiées de la culture de blé dur.

Variétés	Caractéristiques
Bousselam	Origine : ICARDA- CIMMYT ; Année d'inscription : 2007 ; Zone d'adaptation : Hauts plateaux, plaines intérieures ; Date de semis : novembre -début décembre ; Dose de semis : 130-150 kg/ha ; Cycle végétatif: mi-tardif ; Tallage : fort ; l'épi est Demi-lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante est de 90-100 Cm ; Rendement en grain : 38 qx/ha ; PMG est élevé ; résistante au Mitadinage et à la Moucheture.
Cirta	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 2004 ; Zone d'adaptation : sublittoral, plaines intérieures ; Date de semis : fin-novembre – décembre ; Dose de semis : 120-130 kg/ha ; Cycle végétatif est semi-précoce ; Tallage est fort ; Compacité de l'épi est moyenne avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante est moyenne ; Rendement en grains : 35 à 40 qx/ha ; PMG : élevé ; résistante au Mitadinage et sensible à la moucheture.
Gta dur	Origine : CIMMYT/(Mexique) ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : littoral, sublittoral, plaines intérieures, Hauts plateaux ; Date de semis : fin-novembre-début janvier ; Dose de semis : 130-150 kg/ha ; Cycle végétatif : précoce ; Tallage : fort ; l'épi : compact avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : moyenne ; Rendement en grain : 50 qx/ha ; PMG : moyen ; moyennement résistante au Mitadinage et sensible à la Moucheture.
Mohamed Ben Bachir (MBB)	Origine : Algérie 1931 ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : Hauts plateaux ; Date de semis : mi-octobre à la mi-novembre ; Dose de semis : 120 kg/ha ; Cycle végétatif : tardif ; Tallage : moyen ; l'épi est compact avec une couleur roux ; Hauteur de la plante est de 120 Cm ; Rendement en grain: 20 qx/ha ; PMG : moyen ; résistante au Mitadinage et à la Moucheture.
Megress	Origine: Algérie ; Année d'inscription : 2011 ; elle est issue d'un croisement (OFANTO X WAHA X MBB), Cycle végétatif: précoce ; Tallage : moyen à fort ; l'épi est compact avec une couleur roux ; Hauteur de la plante : 80 cm ; Rendement en grain : 42,14 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé ; résistante au Mitadinage
Setifis	Origine: Algérie; Année d'inscription : 2011; elle est issue d'un croisement (BOUSSELAM X OFANTO) ; Cycle de développement : tardive ; Tallage : moyen à fort ; l'épi est demi-lâche avec une couleur blanche à jaunâtre ; Hauteur de la plante : 95 cm ; Rendement en grain : 41,07 qx/ha (à Sétif) ; PMG : élevé ; résistante au Mitadinage.
Simeto (Sersou)	Origine : Italie ; Année d'inscription : 1998 ; zone d'adaptation : littoral et sublittoral, Plaines intérieures ; Date de semis : mi-novembre à mi-décembre ; Dose de semis:130 kg/ha ; Cycle végétatif : semi-précoce ; Tallage : fort ; l'épi : demi-lâche avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante est de 90-100 cm ; Rendement en grains : 50 qx/ha ; PMG : moyen ; résistante au Mitadinage et à la Moucheture.
Tadjdid	Origine : Algérie ; elle est issue d'un croisement (OFANTO X BOUSSELAM) ; Cycle de développement : tardive ; Tallage : moyen à fort ; Compacité de l'épi est moyen avec une couleur jaune pale ; Hauteur de la plante : 95 cm ; Rendement en grain 39,81 qx/ha (à Sétif).
Vitron (Hoggar)	Origine : Espagne ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : Plaines intérieures, Hauts-plateaux, Sud ; Date de semis : mi-novembre-fin de décembre ; Dose de semis : 120-150 kg/ha ; Cycle végétatif : semi-précoce ; Tallage : moyen ; l'épi : compact avec une couleur blanche ; Hauteur de la plante : 90-100 Cm ; Rendement en grains : 60 qx/ha ; PMG : élevé ; résistante au Mitadinage et à la Moucheture
Waha	Origine : ICARDA (Syrie) ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : Plaines intérieures et Hauts plateaux ; Date de semis : novembre-décembre ; Dose de semis :100-120 kg/ha ; Cycle végétatif: précoce ; Tallage : moyen à fort ; l'épi : est demi-lâche à compact avec une couleur clair ambré à roux ; Hauteur de la plante à la maturation: 80-90 Cm ; Rendement en grain :45 qx/ha ; PMG : moyen ; résistante au Mitadinage et à la moucheture.

Tableau 11 : Caractéristiques des variétés étudiées de la culture d'orge.

Variétés	Caractéristiques
Barberousse (Hamra)	Origine : INRA (France) ; Zone d'adaptation : Littoral, Plaines intérieures ; Date de semis : mi-novembre à mi-décembre ; Cycle végétatif : précoce; Tallage : moyen ; épi à 6 rangs et demi compact ; Hauteur de la plante : moyenne ; Rendement en grains : bon ; PMG : faible.
El-Fouara (Deir Alla)	Origine : ICARDA (Syrie); Année d'inscription : 2001 ; Zone d'adaptation : Hauts plateaux ; Date de semis : mi-novembre à mi-décembre; Dose de semis : 100-120 kg/ha ; Cycle végétatif : tardif; Tallage : fort ; l'épi : compact avec une couleur de l'épi blanche ; Hauteur de la plante : courte à moyenne ; Rendement en grains : 30 qx/ha ; PMG : élevé.
Saida 183	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : plaines intérieures, Hauts plateaux ; Date de semis : mi-octobre à mi-novembre; Dose de semis : 100 kg/ha ; Cycle végétatif : semi-précoce ; Tallage : moyen ; l'épi : très lâche avec une couleur de l'épi blanche ; Hauteur de la plante : 90 Cm ; Rendement en grains : 30 qx/ha ; PMG : élevé.
Tichedrett	Origine : Algérie ; Année d'inscription : 1998 ; Zone d'adaptation : plaines intérieures, Hauts plateaux ; Date de semis : octobre-novembre ; Dose de semis : 100-110 kg/ha ; Cycle végétatif : tardif; Tallage : moyen ; l'épi : compact avec une couleur jaune ; Hauteur de la plante : 100-120 cm ; Rendement en grains : 25 qx/ha ; PMG : moyen.

Dans les mêmes guides utilisés pour présenter les caractéristique des variétés, nous donnons quelques informations sur la résistance de nos variétés contre les deux types de contraintes abiotiques et biotiques sont signalées dans le **Tableau 12**.

Tableau 12 : Comportement physiologique et résistance aux maladies pour les variétés des céréales étudiées.

R. : Rouille, 1 : Piétin-verse, 2 : Piétin-échaudage, 3 : Oïdium, 4 : Septoriose, 5 : Fusariose, 6 : Helminthosporiose, 7 : Rhynchosporiose, (+++): résistante, (++) : tolérante, (+) : moyennement résistante, (-) : sensible, (--): moyennement sensible, faiblement sensible (---), (*): absence de l'étude.

Cultures	Variétés	Comportement physiologique						Comportement vis-à-vis des maladies						
		Au froid	A la verse	A la sécheresse	R. jaune	R. brune	R. noire	1	2	3	4	5	6	7
		Bousselam	+++	++	++	*	-	*	*	*	--	--	*	
Cirta	++	++	++	*	--	*	*	*	++	++	*			
Gta dur	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
MBB	+++	-	++	++	-	-	-	++	++	-	-			
Megress	*	*	*	*	+++	*	*	*	+++	+++	+++			
Setifis	*	*	*	*	--	*	*	*	+++	+++	+++			
Simeto	++	+++	--	*	--	*	*	*	--	--	*	*	*	
Tadjdid	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Vitron	+++	+++	--	+	+	+	+++	-	+++	--	++			
Waha	++	++	--	++	++	++	+++	-	+++	+	+	/	/	
Ain-Abid	++	+++	++	+++	+++	+++			+++	--	+++			
Anapo	*	*	*	+++	+++	*	*	*	+++	+++	+++			
Anforita	*	*	*	+++	+++	*	*	*	--	+++	+++			
Arz	+++	+++	+++	+++	--	*		*	--	--	--	*	*	
Djanet	*	*	*	+++	---	*	*	*	+++	---	+++			
Djemila	*	*	*	+++	+++	*	*	*	---	---	+++			
Hd1220	+++	++	++	---	--	--	+++	--		--	--			
R'mada	*	*	*	+++	+++	*	*	*	+++	+++	+++			
Wifak	*	*	*	--	+++	*	*	*	+++	---	+++			
Barberousse	++	+++	++	*	*	*	*	*	+	*	+	+	+	
El-Fouara	++	+++	++	*	+++	*	*	*	+++	*	*	+++	+++	
Saida 183	+++	-	*	-	+++	-	+++	*		-	*	-	-	
Tichedrett	+++	++	++	--	+++	+++	-	+++	+++	++	++	-	-	

1.5. Techniques culturales appliquées

Les parcelles des trois céréales étudiées, blé dur, blé tendre et orge sont de forme rectangulaire, le semis conventionnel de céréales se fait en lignes (**Tab.13**). Nous signalons que les parcelles de 2013 à Sétif sont considérées comme une pépinière avec 8 variétés de blé dur et 2 variétés de blé tendre.

Tableau 13 : Les dimensions des parcelles pour chaque variété étudiée dans les deux zones d'étude (Sétif et El-Khroub). / : Variété absente.

Zones		Sétif			El-Khroub		
Années/ Variétés	2012	2013	2014	Années/ Variétés	2013	2014	
Bousselam	1499,4 m ²	6 m ² x 3 répétitions	599,4 m ²	Bousselam	12 m ² x 13 répétitions	12 m ² x 5 répétitions	
MBB	599,4 m ²	6 m ² x 3 répétitions	599,4 m ²	Cirta	12 m ² x 30 répétitions	12 m ² x 23 répétitions	
Megress	150 m ²	6 m ² x 3 répétitions	299,7 m ²	Gtadur	12 m ² x 33 répétitions	12 m ² x 34 répétitions	
Setifis	150 m ²	6 m ² x 3 répétitions	150 m ²	Simeto	12 m ² x 10 répétitions	12 m ² x 7 répétitions	
Tadjdid	150 m ²	6 m ² x 3 répétitions	599,4 m ²	Vitron	12 m ² x 49 répétitions	12 m ² x 27 répétitions	
Waha	599,4 m ²	6 m ² x 3 répétitions	599,4 m ²	Waha	12 m ² x 11 répétitions	12 m ² x 16 répétitions	
Gtadur	/	6 m ² x 3 répétitions	/	Anapo	12 m ² x 4 répétitions	/	
Vitron	/	6 m ² x 3 répétitions	/	Anforita	12 m ² x 3 répétitions	/	
Djanet	150 m ²	6 m ² x 3 répétitions	/	Ain-Abid	12 m ² x 2 répétitions	12 m ² x 2 répétitions	
Djemila	150 m ²	6 m ² x 3 répétitions	/	Arz	12 m ² x 23 répétitions	12 m ² x 13 répétitions	
HD1220	150 m ²	/	299,7 m ²	HD1220	12 m ² x 19 répétitions	12 m ² x 13 répétitions	
R'mada	299,7 m ²	/	299,7 m ²	Barberousse	/	12 m ² x 2	
Wifak	150 m ²	/	299,7 m ²	El-Fouara	12 m ² x 2 répétitions	12 m ² x 5 répétitions	
Ain-Abid	/	/	150 m ²	Saida 183	12 m ² x 8 répétitions	12 m ² x 4 répétitions	
Arz	/	/	150 m ²	Tichedrett	12 m ² x 5 répétitions	/	
El-Fouara	/	/	599,4 m ²				
Tichedrett	/	/	599,4 m ²				

En revanche, nous constatons que c'est presque les mêmes dimensions de nos micro-parcelles d'exploration des insectes et les parcelles d'échantillonnage des insectes du blé mentionnées dans l'étude de Gallo & Pekär (1999) et des céréales chez Kellil (2011) et Zhekova (2016). L'expérimentation de Gallo & Pekär (1999) a été réalisée à petite échelle avec quatre parcelles de 50 m², sans application des pesticides ni d'engrais inorganiques, durant une période de trois années (1995 jusqu'à 1997). Zhekova (2016) a pratiqué son étude durant la période de 2011 à 2013 dans l'Institut de l'agriculture et des semences d'Obraztsovchiflik en Bulgarie, y compris les cultures suivantes en rotation : haricots, blé,

pois fourragers et orge. L'essai d'échantillonnage des insectes est sous forme de bloc à quatre répétitions, la parcelle d'échantillonnage étant de 52,5 m². Kellil (2011) a échantillonné des micro-parcelles en 2007/2008 avec des dimensions assez proches à nos micro-parcelles, à Sétif : Waha 1080 m²/ Arz 360 m²/ Tichedrett 720 m² et aussi à l'El-Khroub : Waha 400 m² / Arz 400 m²/ Tichedrett 100 m².

Les principales techniques culturales pratiquées sur les cultures céréalières dans les deux zones d'étude, Sétif et El-Khroub respectivement sont résumées dans les **Tableaux 14 et 15**.

Tableau 14 : Techniques culturales appliquées sur les parcelles des trois cultures étudiées dans la zone de Sétif.

Techniques appliquées	Années	Pour les trois cultures étudiées (Blé dur ; Blé tendre et Orge)
Précédent cultural	2012-2014	Jachère travaillée
	2013	Culture légumineuse ‘‘pois chiche’’, semée le 23/07/2012 et récoltée le 06/11/2012
Date de semis	3 années	2012 : 15/11/2011 ; 2013 :06/12/2012 ; 2014 :19/11/2013
Fertilisation	2012-2014	Avant l'installation de la culture : TSP 1ql/ha
	2013	Au stade tallage : Urée 46 % (80kg/ha) Deux apports sous forme d'Urée 46 % : avec 50 kg /ha au stade 3 feuilles et 50 kg/ha au stade fin tallage
Désherbage chimique	2012	Au stade tallage : BRUMBY 80 EC (0,75 l/ha)
	2013	Au stade 3 feuilles : GRANSTAR R 75 DF (12,5 g/ha)
	2014	Au stade tallage : BRUMBY 80 EC (0,75 l/ha) Au stade tallage : Traxos (1l/ha)
Traitements Fongiques	3 années	Au stade montaison Artea 330 EC (0,5 l/ha)
Date de récolte	3 années	2012 : 17/06/2012 ; 2013 : 15/07/2013 ; 2014 : 25/06/2014

Tableau 15 : Techniques culturales appliquées sur les parcelles des trois cultures étudiées dans la zone d'El-Khroub.

Techniques appliquées	Années/ cultures	
	2013 (pour les trois cultures)	2014 (pour les trois cultures)
Précédent cultural	Jachère	Pomme de terre
Date de semis	21/11/2012	16/12/2013
Fertilisation	Avant l'installation de la culture : TSP 1ql/ha Au stade début Tallage : un apport d'Urée 46 % (1ql/ ha)	
Désherbage chimique	Deux apports de Sekator (le premier : 13/03/2013 ; le deuxième 28/03/2013)	Un apport de Cossack (le 10/02/2014)
Date de récolte	01/07/2013	16/07/2014

2. Méthodes et techniques d'échantillonnages utilisées

Le suivi de la dynamique des populations des insectes est réalisé durant les années (2012, 2013 et 2014) à Sétif et pendant les années (2013 et 2014) à El-Khroub, par le biais de relevés hebdomadaires ou au maximum, de douze jours d'intervalles, en prenant en considération les quatre stades phénologiques des trois plantes hôtes étudiées : la fin-tallage, la montaison, l'épiaison et la maturation. La précision de ces stades est selon la date de semis durant chaque année d'étude pour chaque zone. Le nombre de relevés par stades phénologiques, par année et par zone est mentionné dans le **Tableau 16**.

Nous avons choisi le stade fin-tallage qui coïncide avec le mois d'avril afin de commencer notre étude par l'application des quatre techniques d'échantillonnage, car durant ce stade commence l'augmentation de la température qui a une influence sur la sortie de la diapause et le début de l'activité de la majorité des insectes (Kellil, 2011). Quand aux Arthropodes inféodés aux céréales, pendant l'hivernation, tous les processus de croissance sont arrêtés de telle sorte que le métabolisme s'abaisse à un niveau minimal. Aussi, lorsque la température remonte, les espèces qui entrent en diapause ne deviennent à nouveau actives qu'à la suite d'une série de chocs thermiques (Dierl & Ring, 1992).

Nous constatons que notre période d'étude a commencée en avril et s'arrêtée en juin, et aussi notre nombre de relevés sont assez proches des dates et des périodes de collecte des insectes du blé avec des nombres de relevés signalés par Gallo & Pekär (1999) qui sont les

suivants : en 1995 du le 21 avril jusqu'à le 4 juillet (10 sorties) ; en 1996 du 30 avril jusqu'à 18 juin (8 sorties) ; et en 1997 du 2 mai jusqu'au 25 juin (11 sorties).

Tableau 16: Nombres de relevés par stades phénologiques de l'ensemble des trois plantes hôtes étudiées dans les deux zones d'étude durant la période d'expérimentation.

Zones	Années	Stades phénologiques				Total des relevés
		Fin-tallage début avril/ mi-avril	Montaison mi-avril/ mi- mai	Épiaison mi-mai/ fin- mai	Maturation début juin	
Sétif	2012	2	2	4	2	10
	2013	1	2	3	1	7
	2014	1	2	3	1	7
El-Khroub	2013	1	2	4	1	8
	2014	1	2	3	1	7

A cet effet, nous avons utilisé différentes techniques d'échantillonnage telles que l'examen des talles et des épis de plantes hôtes, les pièges jaunes, les pièges trappes et le filet fauchoir (**Tab.17**). C'est les mêmes cultures étudiées, mêmes zones d'étude et aussi techniques d'échantillonnage appliquées par Kellil (2011), à l'exception de l'année et la période d'étude qui est représenté par 7 mois durant la campagne agricole 2007/2008 par rapport à notre cas.

Tableau 17 : Ensemble des variétés étudiées pour les trois cultures avec les techniques d'échantillonnage appliquées dans les deux zones d'étude, Sétif (2012, 2013 et 2014) et El-Khroub (2013-2014).

EP : Examen de plantes, PJ : Piège jaune ; PT : Piège trappe ; FF : Filet fauchoir ; + : Variété présente ; - : Variété absente.

Cultures	Zones	Sétif			El-Khroub	
		2012	2013	2014	2013	2014
Blé dur	Années Variétés					
	Bousselam	+ EP	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	Cirta	-	-	-	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	Gtadur	-	+ EP ; PJ ; PT	-	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	MBB	+ EP ; PJ	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; PT ; FF	-	-
	Megress	+ EP ; PJ	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; PT ; FF	-	-
	Setifis	+ EP	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; PT ; FF	-	-
	Simeto	-	-	-	+ EP	+ EP ; FF
	Tadjdid	+ EP	+EP	+ EP ; FF	-	-
	Vitron	-	+ EP ; PJ ; PT	-	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
Blé tendre	Waha	+ EP ; PJ	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	Ain-Abid	-	-	+ EP ; FF	+ EP	+ EP ; FF
	Anapo	-	-	-	+ EP	-
	Anforita	-	-	-	+ EP	-
	Arz	-	-	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	Djanet	+ EP	+ EP	-	-	-
	Djemila	+ EP	+ EP	-	-	-
	Hd1220	+ EP	-	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP ; PJ ; PT	+ EP ; PJ ; FF
	R'mada	+ EP	-	+ EP ; FF	-	-
	Wifak	+ EP	-	+ EP ; FF	-	-
Orge	Barberousse	-	-	-	-	+ EP ; FF
	El-Fouara	-	-	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP	+ EP ; PJ ; FF
	Saida 183	-	-	-	+ EP	+ EP ; PJ ; FF
	Tichedrett	-	-	+ EP ; PJ ; PT ; FF	+ EP ; PJ ; PT	-

Afin de comparer nos résultats avec des études entomologiques sur des céréales réalisées en Algérie, nous présentons leurs techniques d'échantillonnage appliquées pour capturer les insectes (**Tab. 18**).

Tableau 18 : Techniques d'échantillonnage réalisées dans quelques études entomologiques sur les céréales en Algérie.

PJ : Piège jaune ; PT : Piège trappe ; FF : Filet fauchoir ; CV : chasse à vue ; PPS : pièges à phéromones sexuelles ; PL : piège lumineux ; ETE : examen de 40 talles avec leurs épis.

Auteurs	Régions	Années d'expérimentation	Cultures/ variétés	Techniques d'échantillonnage
Madaci (1991)	Constantine	Mars 1984 jusqu'à juillet	Blé dur et Blé tendre	9 PT ; 32 PJ ; FF ; CV et PPS
Chaabane (1993)	Batna	Septembre 1992 à septembre 1993	Blé dur : MBB, Bidi 17, Waha. Blé tendre : Siéte et Cerros. Orge : mélange de plusieurs variétés.	4 PT ; 4 PJ ; FF et CV
Mohand-Kaci (2001)	Alger	Juin 1999 à juin 2000	Blé tendre (Hd1220)	8 PT ; 8 PJ ; FF et PL en printemps
Berchiche (2004)	Alger	Décembre 2001 à décembre 2002	Blé tendre (Hd1220)	8 PJ ; FF et PL en printemps et en été
Hadj-Zouggar (2014)	Sétif	Octobre 2013 à mai 2014	Blé dur : Waha Orge : Tichedrett Avoine	10 PT ; 10 PJ ; FF et ETE

Dans ce contexte, nous citons la période et les méthodes d'échantillonnage appliquées dans les études entomologiques sur le blé à l'étranger :

- ✓ Dans le centre de l'Arabie Saoudite 'Gassim', El-Haget & El-Meleigi (1991) ont recensé des insectes nuisibles du blé '*T. aestivum*' du cultivar 'Yecorah Rojo'. Ils ont utilisé des pièges lumineux, des filets et des comptages directs pendant les saisons 1986/1987 et 1987/1988, dans 50 et 8 champs de blé respectivement.
- ✓ En Slovaquie, un inventaire sur les insectes du blé d'hiver (variété Vidda) a été réalisé par Gallo & Pekār (1999). Les insectes ont été collectés dans un intervalle d'une semaine, et à l'aide de technique de balayage des talles. Les pucerons ont été exclus de l'analyse car ils font partie d'une autre étude.

- ✓ Dans une parcelle de blé semé en décembre de la campagne agricole 2008-2009 de la région de District Faisalabad au Pakistan. Talat & *al.* (2010) ont collecté des espèces d'insectes durant une période allant de décembre jusqu'à mai, et à l'aide des techniques d'échantillonnage appliquées chaque quinzaine : prélèvement du sol, le filet fauchoir, les 20 pièges trappes, le ramassage manuel direct et les tamiseurs automatisés étaient également employés pour recueillir la faune de feuillage.
- ✓ Dans la région de nord-est de Punjab à Faisalabad au Pakistan, Abbas & *al.* (2014) ont étudié la diversité et la dynamique des macro-invertébrés prélevés sur les feuilles des plantes dans une parcelle de blé associée avec leurs espèces de mauvaises herbes. Cette parcelle est divisée en lisière qui se compose de blé et leurs mauvaises herbes et au centre qui contient le blé pur, pendant la saison de la culture en 2009-2010 à l'aide de deux techniques d'échantillonnage, l'examen des feuilles et le filet fauchoir, durant chaque quinzaine.
- ✓ Entre 2007 et 2014 en Transylvania (Romania), l'étude de Malschi & *al.* (2015) a révélé des données sur la composition des espèces d'insectes et leur dynamique sur les cultures de blé. L'échantillonnage est effectué tous les 10 jours, par la méthode de capture 'balayage de la plante' avec 100 coups à double balayage.

2.1. Échantillonnage des talles et des épis

Selon Benkhelil (1991), la méthode idéale de dénombrement des populations d'insectes d'un milieu serait celle qui donnerait, à un moment donné, une image fidèle du peuplement occupant une surface définie. Dans notre cas, la méthode d'échantillonnage idéale appliquée est représentée par l'examen direct des plantes des trois cultures céréalière étudiées, blé dur, blé tendre et orge sur terrain et dans les zones d'étude. Cette méthode est basée sur la capture de toutes les espèces d'insectes installées sur les talles et les épis des différentes variétés étudiées, elle est basée sur le dénombrement des différentes espèces entomologiques suivant leur stade évolutif (larve et adulte), leur forme aptère ou ailée pour les espèces de pucerons.

Lors de chaque relevé, nous avons examiné de façon aléatoire 200 talles pour chaque variété (5 talles et épis X 40 plantes = 200 talles). Pour le nombre total des talles et des épis examinés selon chaque stade phénologique étudié (fin-tallage, montaison, épiaison et maturation) et sur l'ensemble de toutes les variétés suivies dans les deux zones d'étude, à Sétif (2012, 2013, 2014) et à El-Khroub en 2013 et 2014 (**Tab. 16 et 19**). Nous signalons

que Kellil (2011) a appliqué le même prélèvement de 200 talles par sortie, pour chaque culture et dans chaque zone d'étude.

Tableau 19 : Nombre des talles et des épis examinés de l'ensemble des variétés étudiées durant leurs stades phénologiques pour chaque année dans les deux zones d'étude.

Région	Année	Culture	Nombre de variétés	Stades phénologiques des plantes hôtes étudiées					
				Fin-tallage	Montaison	Épiaison	Maturation	Total	
Sétif	2012	Blé dur	6	2400	2400	4800	2400	12000	
		Blé tendre	5	2000	2000	4000	2000	10000	
	2013	Blé dur	8	1600	3200	4800	1600	11200	
		Blé tendre	2	400	800	1200	400	2800	
	2014	Blé dur	6	1200	2400	3600	1200	8400	
		Blé tendre	5	1000	2000	3000	1000	7000	
		Orge	2	400	800	1200	400	2800	
	El-Khroub	2013	Blé dur	6	1200	2400	3600	1200	8400
			Blé tendre	5	1000	2000	3000	1000	7000
Orge			4	800	1600	2400	800	5600	
2014		Blé dur	6	1200	2400	3600	1200	8400	
		Blé tendre	3	600	1200	1800	600	4200	
		Orge	3	600	1200	1800	600	4200	

2.2. Pièges jaunes

Les pièges jaunes sont couramment utilisés pour le contrôle des vols des insectes ravageurs. L'utilisation de cette méthode permet également de fournir des informations sur les vols de certaines espèces de syrphes et des Hyménoptères parasitoïdes. Ce type de piège est utile pour déterminer le début du vol d'un ravageur ou d'un auxiliaire. L'attractivité du piège permet d'avoir une information qualitative 'présence/ absence' sur un nombre limité d'espèces (De Montaigne & Robert, 2014).

Ces pièges sont des récipients en matière plastique de différentes couleurs dans lesquels l'entomologiste place de l'eau additionnée de produit mouillant. Ce dernier permettant non

seulement de diminuer la tension superficielle de l'eau, mais aussi d'agir sur les téguments des insectes et de provoquer la noyade de ceux qui entrent en contact avec le liquide (Benkhelil, 1991).

La cuvette jaune est un piège qui permet d'attirer et capturer certains insectes. La fonction attractive est exercée par la couleur jaune, à laquelle certains groupes d'Arthropodes sont sensibles (Roth, 1972 ; Riba & Silvy, 1989). Le spectre vu par les insectes diurnes est entre 300 à 650 nm (Zdarek & Pospisil, 1966 in Baldy & Rabasse, 1983), pour cela la couleur préférentielle, pour la plupart des insectes, est le jaune citron, car le maximum des radiations réfléchies vers 545 nm (5450 Å) (Roth, 1972).

Les assiettes jaunes utilisées dans notre étude sont des récipients profonds d'environ 10 cm, en matière plastique de 15 cm de diamètre (**Fig. 3 A**). Ces pièges sont disposés de manière à ne pas encombrer les stades de développement des céréales. Ces assiettes ont été remplies d'eau additionnée à un détergeant et une petite pierre disposée au centre du piège afin d'éviter leur déplacement.

2.3. Pots Barber

L'emploi des pièges d'interception, encore connus sous le nom de « pièges de Barber » ou de « Pièges à fosse » est une méthode fréquemment utilisée pour les recherches de terrain (Powell & al ., 1996 ; Andresen, 1995 in Dajoz, 2002). Cette méthode a été utilisée pour l'étude des Arthropodes se déplaçant activement sur la surface du sol (Lamotte & Bourlière, 1969), aussi elle permet la capture d'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent (Benkhelil, 1991). De plus, elle peut être utilisée pour recenser les Arthropodes du sol, notamment les carabes, les staphylins, les bousiers, les fourmis et les araignées (Franck, 2008).

Ce type de piège permet de fournir des informations à la fois qualitatives et quantitatives sur les populations piégées (De Montaigne & Robert, 2014). Selon Powell & al. (1996) ; Andresen (1995) in Dajoz (2002), ce type de piège est utilisé pour :

- réaliser des inventaires d'espèces entomologiques ;
- estimer l'abondance des populations par la méthode des captures/ recaptures ;
- étudier les rythmes d'activité quotidiens ou saisonniers ;
- connaître la période de reproduction ;
- évaluer les variations d'abondance d'une année à l'autre ;
- déterminer l'habitat préférentiel des espèces ;
- identifier la structure et la diversité des peuplements.

Ces pièges, plus ou moins complexes, vont du simple pot enterré au ras du sol et mesurant quelques centimètres de diamètre (Powell & *al.*, 1996; Andresen, 1995 in Dajoz, 2002). Les captures effectuées dépendent de beaucoup de facteurs tels que la forme et la dimension des pièges, leur nombre, leur arrangement et leur espacement, ainsi que des conditions climatiques et de la structure des couches superficielles du sol (Dajoz, 2002). Tous les auteurs s'accordent pour conseiller le remplissage des pots aux 2/3 de leur contenu avec un liquide conservateur afin de fixer les invertébrés qui y tombent (Benkhelil, 1991).

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé des pièges trappes à partir de l'emploi des bouteilles d'eau en plastique, cylindriques, de 15 cm en hauteur et d'une ouverture de 7,8 cm de diamètre (**Fig. 3 B**). Ce matériel est enterré, verticalement, de façon à ce que l'ouverture se trouve au ras du sol, la terre étant tassée autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces.

2.4. Filet fauchoir

Le fauchage consiste à marcher en balayant les herbes avec un filet robuste de façon à recueillir les insectes qui sont brutalement détachés de leur support (Gillon, 1967). C'est une méthode de dénombrement «par interception» et «par unité d'effort» (Fraval, 2003). Cette méthode consiste à animer le filet par des mouvements de va-et-vient, proche de l'horizontale, tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol (Benkhelil, 1991). Les résultats sont d'autant plus satisfaisants que le mouvement est plus énergique (Gillon, 1967).

Le fauchage est principalement utilisé sur les graminées et la luzerne lorsque la culture atteint une hauteur d'au moins 20 cm. Il peut également être appliqué dans l'aménagement autour de la parcelle. Les données collectées sont à la fois quantitatives et qualitatives pour un instant 't' (De Montaigne & Robert, 2014). Cette méthode a été utilisée dans la végétation herbacée et permet la capture des Orthoptères, des Hyménoptères, des Diptères, des Odonates, et même des Lépidoptères (Dajoz, 1971).

A partir du stade fin-tallage en 2014 dans les zones, Sétif et El-Khroub, nous avons réalisé le fauchage à l'aide d'un filet fauchoir conçu d'une toile forte et d'une monture métallique circulaire de 30 cm de diamètre et de 50 cm de profondeur le long d'un transect de trente mètres, totalisant en général 10 à 12 coups sur la même ligne réservée à l'échantillonnage par les pièges trappes et les assiettes jaunes. Les insectes capturés sont immédiatement mis dans des tubes à essai portant chacun une étiquette sur laquelle sont mentionnées la date, la zone et la culture.



A)



B)

Figure 3 : Piège coloré (A) et piège trappe (B) placés dans une parcelle échantillonnée de céréales (Photos personnelles).

2.5. Dispositif d'échantillonnage

De nombreuses méthodes, à partir d'observations effectuées dans des conditions précises le long d'un transect, permettent d'estimer la densité de populations d'animaux ou de plantes (Barbault, 1981). Cette méthode consiste à étudier le milieu non plus sur une surface donnée mais selon une ligne droite, dans un milieu cultivé, elle est très pratiquée (Faurie & *al.*, 1984). Les techniques varient selon le groupe et le milieu considérés : technique de la ligne interceptée, transect de largeur fixée, transect à largeur indéfinie (Barbault, 1981).

Étant donné que la technique transect serait la meilleure des méthodes utilisées pour l'échantillonnage des insectes en milieux cultivés et vue que les dimensions de nos parcelles d'étude ont une longueur plus importante que la largeur. Nous avons opté à la technique de transect à largeur fixée pour faciliter le ramassage du contenu des pièges, pour éviter de toucher les plantules et de reconnaître facilement l'emplacement des pièges. Faurie & *al.* (1984) ; Benkhelil (1991) dénotent que la méthode de transect a présente un inconvénient, car elle est restrictive dans la mesure où elle ne s'applique qu'à une bande étroite du milieu.

Le dispositif expérimental appliqué aussi dans les deux zones d'étude pour les cultures englobe quatre pièges trappes et trois pièges colorés. La disposition des deux types de pièges dans chaque zone est mentionnée dans la **Figure 4**. Nous avons installé le dispositif expérimental dans les deux zones, Sétif et El-Khroub du stade fin-tallage jusqu'au stade maturation dans quelques micro-parcelles des variétés étudiées des trois cultures, blé dur, blé tendre et orge, durant les trois années d'étude (2012, 2013 et 2014) pour la 1^{ière} zone et pendant deux années (2013 et 2014) pour la 2^{ième} zone (**Tab. 17**). C'est le même protocole

expérimental appliqué par Kellil (2011), mais à partir du stade levée (en décembre 2007) jusqu'au stade maturation (en juin 2008).

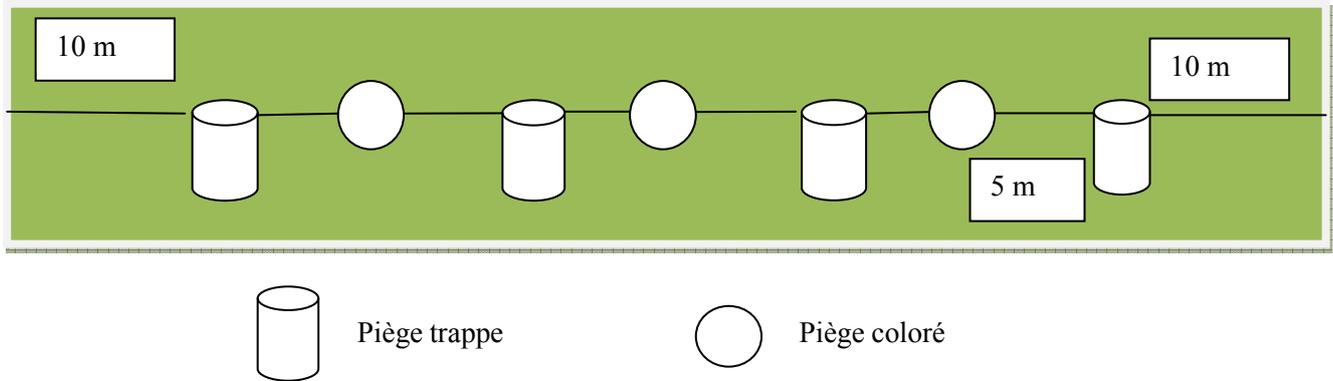


Figure 4 : Dispositif expérimental appliqué sous la forme d'un Transect pour quelques variétés de céréales piégées dans les deux zones expérimentales échantillonnées.

2.6. Au laboratoire

2.6.1. Tri et dénombrement des spécimens collectés

Après la collecte des insectes sur champs, pour chaque sortie et selon les différentes méthodes d'échantillonnage (pièges trappes, pièges colorés, filet fauchoir, examen des talles et épis), les échantillons sont analysés au laboratoire, en commençant par le tri des spécimens récoltés. Chaque flacon contient au départ des spécimens mélangés (Diptera, Coleoptera, Hymenoptera,...) est étiqueté avec mention des renseignements suivants : date, zone, type de culture, variété, type de technique d'échantillonnage.

2.6.2. Collection des espèces d'insectes

Les larves, nymphes et adultes à corps mou sont ordinairement gardés dans un liquide, car ils deviennent rabougris s'ils sont séchés. Le meilleur milieu est une solution 75 à 80 % d'alcool éthylique. Chaque spécimen doit porter une étiquette où sont inscrits au moins le lieu et la date de sa capture. Le nom de la personne qui a capturé l'insecte en certains cas, des données sur l'habitat ou la nourriture de l'insecte sont parfois utiles (Borror & White, 1999).

Dans notre cas, nous avons conservé dans l'alcool éthylique à 75 % les spécimens collectés à corps mou comme les chenilles de Lépidoptères et certains spécimens ayant longuement séjournés 7 à 10 jours dans les pièges.

La préparation des collections de références a été réalisée selon le type d'insecte :

2.6.2.1. Cas des insectes de grande taille

Les insectes de grande taille (>10 mm) assez durs pour garder leur forme au séchage et assez gros pour être épinglés sont normalement montés sur épingle. L'entomologiste épingle généralement les insectes verticalement, dans le thorax, parfois de côté (Borror & White, 1999). L'insecte est placé sur la planchette de polystyrène recouverte de papier cristal. Avec des épingles à grosse tête on mettra en forme les antennes et les pattes qui seront toujours présentées de la même façon (Faurie & *al.*, 1998).

Dans le cas d'insectes sur épingles, ces données sont inscrites sur 1 ou 2 petites étiquettes piquées sur l'épingle, sous l'insecte (Borror & White, 1999).

2.6.2.2. Cas de montage des petits insectes

Les insectes assez durs pour être séchés, mais très petits, sont montés sur des « pointes » : petits triangles de carton, d'environ 8 mm de longueur et de 3 ou 4 mm de largeur à la base. L'épingle est piquée à la base et l'insecte est collé sur la pointe (Borror & White, 1999).

Lorsque l'insecte est trop petit pour être perforé par l'épingle, il suffit de le coller sur un petit rectangle de bristol, qui lui, sera maintenu par l'aiguille dans la boîte de rangement (Faurie & *al.*, 1998).

2.6.2.3. Cas de montage des pucerons

Une identification plus exacte des pucerons nécessite des observations microscopiques. Pour cela, il est procédé dans la plupart des cas à des montages entre lames et lamelles avant de procéder à des examens au microscope. Avant le montage, les pucerons ont subi des traitements selon la technique décrite par Leclant (1978) ; Bouchery et Jacky (1982) et qui consiste à :

- i.** pratiquer une incision sur la face ventrale de l'abdomen du puceron;
- ii.** transférer l'échantillon dans une solution à 10 % de potasse (KOH);
- iii.** transférer dans de l'eau pendant 3 minutes environ pour bien éliminer les traces de potasse;
- iv.** transférer dans du chloral phénol pendant 24 heures;
- v.** enfin les spécimens de pucerons sont montés entre lames et lamelles dans le liquide de Faure.

2.6.3. Identification des spécimens collectés

Comme les autres organismes vivants (animaux et végétaux), les insectes sont classés dans différentes unités systématiques. La clé consiste en une série de propositions auxquelles il faut répondre par l'affirmative ou la négative pour trouver le nom de l'insecte inconnu (Dierl

& Ring, 1992). Parmi les clés utilisées pour l'identification des différentes espèces d'insectes, nous citons :

Portevin (1924) ; Perrier (1935, 1961, 1963,1964) ; Chopard (1943) ; Antoine (1959, 1961) ; Bernard (1968) ; Stary (1970) ; Plateaux- Quéner (1972) ; Stary (1979) ; Bouchery & Jacky (1982) ; Delvare & Aberlenc (1989) ; Remaudiere & Seco Fernandez (1990) ; Dierl & Ring (1992) ; Remaudiere & Remaudiere (1997) ; Auber (1999) ; Berland (1999 a /1999 b) ; Leclant (1999) ; Pardo & *al.*(2001) et Silva & *al.* (2012).

Il est important de signaler que l'identification et/ou la confirmation de l'identification de certaines espèces, a été réalisée avec la précieuse contribution des personnes suivantes :

- ✓ Les Aphides et les espèces Hyménoptères parasitoïdes, les Coccinelles par Professeur Benhalima-Kamel M., Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie.
- ✓ Les Thysanoptères, les coccinelles et les Aphides par Dr. Sahraoui E., École Nationale d'Agronomie, El-Harrach-Alger.
- ✓ Les Coléoptères, les Hyménoptères, les Dermaptères et les Neuroptères, les Homoptères par Professeur Marniche F., École Nationale de Vétérinaire, El-Harrach-Alger.
- ✓ Les Orthoptères par Dr. Benkenana N., Université de Constantine.
- ✓ La famille des Carabidae par Dr. Saouache Y., Université de Constantine.
- ✓ La famille des Braconidae par Dr. Tahar Chaouche S., Centre de recherche scientifique et techniques des régions arides (CRSTRA) de Biskra.
- ✓ La super-famille des Apoidea par Dr. Aguib S., Université de Constantine.
- ✓ La super-famille des Apoidea par Dr. Bakiri A., Université de Constantine.
- ✓ La famille des Psyllidae par M^{me} Allili F., Institut National de la Protection des Végétaux (INPV), Alger.

3. Exploitation des données

L'objectif d'exploiter nos résultats par l'utilisation des paramètres écologiques et statistiques est de mieux estimer la présence, la distribution et la dynamique des peuplements entomologiques dans le temps et l'espace. Cette démarche permet également de comparer nos données entre eux, selon le type de la culture, la variété, l'année et la zone.

3.1. Exploitation des données par le calcul des paramètres et indices écologiques

Les mesures de densité, de diversité et d'équitabilité, utiles pour caractériser et comparer globalement des peuplements, ne rendent pas compte de leur structure

fonctionnelle. En tant qu'entités écologiques, ceux-ci possèdent en effet une organisation qu'il convient d'étudier (Barbault, 1981).

Afin de statuer sur la structure et l'organisation des peuplements entomologiques recensés, nous avons procédé au calcul de plusieurs paramètres et indices.

3.1.1. Structure et organisation des peuplements entomologiques

3.1.1.1. Fréquence d'abondance

La fréquence centésimale en nombre représente l'abondance relative et correspond au pourcentage du nombre d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N). Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (Dajoz, 1985).

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

3.1.1.2. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence de l'espèce i (C_i), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce i (r_i) au total des relevés réalisés (R) (Dajoz, 1985). La constance est calculée selon la formule suivante :

$$C_i = \frac{r_i \times 100}{R}$$

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- ✓ les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués ;
- ✓ les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements ;
- ✓ les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 % ;
- ✓ les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

3.1.1.3. Analyse de similitude (Indice de Sorenson)

Afin de pouvoir statuer sur la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part (Magurran, 1988), nous avons calculé l'indice de Sorenson ou le coefficient de similitude de Sorenson (Q_s) selon la formule suivante :

$$Q_s = \frac{2C}{a+b} \times 100 \text{ (Magurran, 1988)}$$

a : Nombre d'espèces mentionnées dans le premier échantillon ;

b : Nombre d'espèces décrites dans le deuxième échantillon ;

C : Nombre d'espèces recensées simultanément dans les deux échantillons.

3.1.2. Diversité des peuplements et équirépartition

3.1.2.1. Richesse spécifique totale (*S*)

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

3.1.2.2. Indice de diversité de Shannon (*H'*)

L'indice de diversité de Shannon (*H'*) apparaît comme étant le produit de deux termes représentant respectivement les deux composantes de la diversité : d'une part le nombre d'espèces, exprimé en logarithme; d'autre part la répartition de leurs fréquences relatives résumée par le rapport de l'indice obtenu à la valeur qu'il aurait si toutes les espèces étaient également abondantes. Il est calculé par la formule suivante : $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$ (Frontier, 1983). Où : *P_i* représente le nombre d'individus de l'espèce *i* par rapport au nombre total d'individus recensés (*N*) : $P_i = \frac{n_i}{N}$. L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon. Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (Frontier & al., 2004).

3.1.2.3. Indice d'équirépartition ou équitabilité (*E*)

L'estimation de l'équitabilité (diversité relative) se heurte évidemment à la difficulté d'évaluer le nombre total réel d'espèces d'une communauté; on mesurera dès lors ce descripteur en prenant comme référence le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et on obtient ainsi l'équitabilité de l'échantillon (Frontier, 1983).

Afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes, nous avons calculé l'équitabilité (ou équirépartition) *E* qui est égal au rapport entre la diversité réelle *H'* et la diversité théorique maximale *H'max* ($\log_2 S$).

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{ou} \quad E = \frac{H'}{H'_{\max}} \text{ (Frontier, 1983).}$$

Avec H' : est l'indice de diversité de Shannon ; $H'_{max} = \log_2 S$ (S : la richesse spécifique totale). L'équitabilité E tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Dajoz, 2003).

3.2. Exploitation des données par des analyses statistiques

Pour valoriser nos résultats, concernant l'abondance moyenne des insectes, nous avons mené des analyses statistiques, il s'agit notamment d'analyse de variance (ANOVA à deux facteurs), suivi par des comparaisons multiples des moyennes ($Moy \pm Sd$) en utilisant le logiciel statistique MINITAB version 13 et 18.

Une population statistique est une collection d'éléments, possédant au moins une caractéristique commune, permettant de la définir, de laquelle Frontier (1983) extrait un échantillon représentatif et sur laquelle portent les inférences ou les conclusions statistiques.

Nous avons testé, également, la relation entre les différents facteurs, liés à la présence de toutes les espèces d'insectes inventoriés et aussi les espèces signalées ravageuses dans des conditions spatio-temporelles de notre travail, tels que : l'effet de la zone d'étude, l'effet de chaque culture seule et même l'effet de l'ensemble des ces cultures confondues, l'effet des variétés de chaque culture, l'effet des variétés communes entre les deux zones, l'effet des années d'exploration, l'effet des stades phénologiques, l'effet des espèces ravageuses et l'effet des deux stades de développement (larve et adulte) des espèces ravageuses.

Pour évaluer la signification de chaque effet étudié dans les analyses de variance réalisées, nous avons basé sur les valeurs suivantes de P :

$P > 0,05$ non significatif ;

$0,05 > P > 0,01$ (*) significatif ;

$0,01 > P > 0,001$ (**) hautement significatif ;

$P < 0,001$ (***) très hautement significatif.

Vu le manque d'uniformité de nombre et de nature des variétés étudiées pour chaque culture dans les deux zones, car chaque zone a ses variétés spécifiques, nous avons pris la moyenne d'abondance d'insectes pour chaque culture, (ressortis en divisant l'abondance totale des insectes dans chaque culture sur le nombre de ses variétés) pour faire les analyses statistiques et cela en vue de minimiser les différences liée à cette hétérogénéité. Concernant la région des Hautes plaines, nous avons pris la somme des moyennes des deux zones (Sétif et El-Khroub).

A l'aide de ce même logiciel, nous avons étudié la dynamique des populations du criocère des céréales *Oulema melanopus* sur le blé dur à Sétif, et aussi la dynamique des peuplements des deux espèces *Sitobion avenae* et *Coccinella septempunctata* sur le blé dur à El-Khroub.

- ✓ **Pour *O. melanopus* dans la zone Sétif** : la variation de l'abondance relative (nombre d'individus moyens tous stades confondus de l'insecte) d'*O. melanopus* sur le blé dur est testée d'une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs, suivant l'effet du facteur "variété" (V : six variétés de blé dur) et l'effet "stade phénologique" (SP. : quatre stades). Les interactions des facteurs (V x SP.) sont également intégrées dans l'analyse par ANOVA pour chacune des trois années d'échantillonnage (2012, 2013 et 2014) dans la zone de Sétif
- ✓ **Pour *S. avenae* et *C. septempunctata* dans la zone d'El-Khroub** : afin d'évaluer l'interaction entre les deux espèces, la 1^{ière} est le ravageur des céréales "*S. avenae*" et la 2^{ième} est représentée son prédateur "*C. septempunctata*" sur la culture de blé dur. Pour cette raison, nous avons procédé à une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs, selon l'effet du facteur "espèces ravageuse et prédatrice" (Esp. Rav. et Pré. : *S. avenae* et *C. septempunctata*) et l'effet "stade phénologique" (SP. : quatre stades). Les interactions des facteurs (Esp. Rav. et Pré. x SP.) sont mentionnées par cette analyse. Cette analyse a été appliquée durant chaque année seule (2013 et 2014), et l'ensemble de ces deux années dans la zone d'El-Khroub.

Chapitre II : Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans des agro-écosystèmes céréaliers aux Hautes plaines de l'Est algérien

1. Biodiversité, structure et organisation des communautés

Selon le dispositif d'échantillonnage appliqué dans les deux stations expérimentales (ITGC de Sétif et CNCC d'El-Khroub) durant les trois années d'étude (2012, 2013 et 2014), nous avons noté une grande biodiversité des espèces d'insectes inventoriées dans une liste systématique qui englobe 315 espèces dans l'ensemble des trois cultures céréalières étudiées (blé dur, blé tendre et orge) avec un effectif total de 38.785 individus (**Tab.20**).

Les insectes (Hexapoda, Insecta) constituent l'un des groupes d'organismes vivants les plus importants et les plus diversifiés au monde (Borror & *al.*, 1989 ; Wheeler, 1990 ; Raven & Yeates, 2007). Plus de la moitié 56 à 58 % de toutes les espèces décrites du règne animal sont des insectes (May, 2002 ; Atwal & Dhaliwal, 2003 ; Raven & Yeates, 2007 ; Ujagir & Oonagh, 2009), mais les connaissances de la biodiversité des insectes est loin d'être complète (Raven & Yeates, 2007). Ce groupe d'animaux terrestres et aquatiques occupant plusieurs niches écologiques (Ujagir & Oonagh, 2009) et s'adaptant le mieux à des changements de conditions alimentaires, climatiques et à la compétition avec les autres animaux, ils sont considérés comme très importants dans la dynamique des écosystèmes naturels (Wigglesworth, 1948 ; Rosenberg & *al.*, 1986 ; Thomazini & Thomazini, 2000 ; Atwal & Dhaliwal, 2003).

Tableau 20: Inventaire taxonomique global des insectes inventoriés dans les cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans les Hautes plaines.

FA % : Fréquence d'Abondance ; **C % :** Fréquence d'Occurrence ; **Ech. :** Echelle de constance ; **C. :** Constant ; **Ac. :** Accessoire ; **A. :** Accidentel ; **Tac. :** Très accidentel. **ST. :** Statut trophique ; **Omn. :** Omnivores ; **Phy. :** Phytophages ; **Phy.* :** Floricoles ; **Pré. :** Prédateurs ; **Par. :** Parasitoïdes ; **Par.* :** Cleptoparasite ; **Néc. :** Nécrophages ; **Cop. :** Coprophages ; **Phy*/ Pré :** Omnivores ; **(*) :** Absence de résultat, **(/)** : famille non déterminée.

Ordres	Familles	Espèces	Blé dur		Blé tendre		Orge		Céréales		ST.
			C %	Ech.	C %	Ech.	C %	Ech.	C %	Ech.	
Zoraptera	Zorotypidae	<i>Zorotypus sp.</i>	20	A.	0	*	0	*	7,69	Tac.	Néc.
Embioptera	Oligotomidae	<i>Oligotoma nigra</i> (Hagen, 1885)	40	Ac.	10	A.	0	*	19,2	A.	Néc.
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Decticus sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)	50	C.	45	Ac.	58,3	C.	50	C.	Phy.
	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus</i> (De Geer, 1773)	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Gryllus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Phy.
	Pamphagidae	<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolívar, 1878)	35	Ac.	20	A.	41,7	Ac.	30,8	Ac.	Phy.
	Acrididae	<i>Calliptamus barbarus barbarus</i> (Costa, 1836)	65	C.	20	A.	16,7	A.	36,5	Ac.	Phy.
		<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	35	Ac.	15	A.	25	Ac.	25	Ac.	Phy.
		<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)	10	A.	0	*	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Omecestus lucasii</i> (Johnston, 1956)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Omocestus afaicanus</i> (Harz, 1970)	25	Ac.	5	Tac.	16,7	A.	15,4	A.	Phy.
		<i>Ochridia filicornis</i> (Johnston, 1956)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schäffer, 1838)	35	Ac.	10	A.	8,33	Tac.	19,2	A.	Phy.
		<i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Thalpomena algeriana</i> (Lucas, 1849)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linnaeus, 1758)	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Phy.
<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnaeus, 1764)	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Phy.		
<i>Acrididae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.		

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	15	A.	10	A.	8,33	Tac.	11,5	A.	Omn.
	Labiduridae	<i>Anisolabis mauritanicus</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Omn.
Dictioptera	Blattidae	<i>Ectobius pallidus</i> (Olivier, 1789)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
Thysanoptera	Aeolothripidae	<i>Aeolothrips fasciatus</i> (Linnaeus, 1758)	45	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	26,9	Ac.	Phy*/Pré
		<i>Melanthrips pallidior</i> (Priesner, 1919)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Phy.
	Phlaeothripidae	<i>Haplothrips tritici</i> (Kurdjumov, 1912)	80	C.	70	C.	33,3	Ac.	65,4	C.	Phy.
	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande, 1895)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Thrips tabaci</i> (Lindemann, 1888)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
Homoptera	Delphacidae	<i>Delphacidae sp. ind.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.
	Cicadilledae	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	55	C.	35	Ac.	41,7	Ac.	44,2	Ac.	Phy.
		<i>Acocephalus sp.</i>	30	Ac.	25	Ac.	25	Ac.	26,9	Ac.	Phy.
		<i>Cicadilledae sp. ind.</i>	30	Ac.	25	Ac.	25	Ac.	26,9	Ac.	Phy.
	Cercopidae	<i>Cercopidae sp. ind.</i>	25	Ac.	10	A.	25	Ac.	19,2	A.	Phy.
	Triozidae	<i>Bactericera sp.</i>	5	Tac.	5	Tac.	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Triozia foersteri</i> (Meyer-Dür, 1871)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
	Psyllidae	<i>Livia mediterranea</i> (Loginova, 1974)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Arytainilla cytisi</i> (Puton, 1876)	15	A.	0	*	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Phy.
		<i>Psyllopsis sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Aphididae	<i>Diaphorina lycii</i> (Loginova, 1978)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	30	Ac.	20	A.	16,7	A.	23,1	A.	Phy.
		<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	35	Ac.	15	A.	8,33	Tac.	21,2	A.	Phy.
		<i>Aphis sp.</i>	20	A.	5	Tac.	0	*	9,62	Tac.	Phy.
		<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	10	A.	20	A.	0	*	11,5	A.	Phy.
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)		40	Ac.	10	A.	0	*	19,2	A.	Phy.	
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)		65	C.	55	C.	50	C.	57,7	C.	Phy.	
<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852)	60	C.	50	C.	41,7	Ac.	51,9	C.	Phy.		

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Homoptera	Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776)	40	Ac.	15	A.	8,33	Tac.	23,1	A.	Phy.	
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	40	Ac.	5	Tac.	25	Ac.	23,1	A.	Phy.	
		<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)	15	A.	0	*	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Phy.	
		<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov, 1913)	30	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	21,2	A.	Phy.	
		<i>Dysaphis</i> sp.	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.	
		<i>Hyadaphis</i> sp.	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.	
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	55	C.	20	A.	16,7	A.	32,7	Ac.	Phy.	
		<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Phy.	
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	40	Ac.	25	Ac.	16,7	A.	28,8	Ac.	Phy.	
		<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758)	25	Ac.	0	*	8,33	Tac.	11,5	A.	Phy.	
		<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849)	50	C.	35	Ac.	41,7	Ac.	42,3	Ac.	Phy.	
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	35	Ac.	10	A.	8,33	Tac.	19,2	A.	Phy.	
		<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1775)	75	C.	60	C.	58,3	C.	65,4	C.	Phy.	
		<i>Therioaphis trifolii</i> (Monell, 1882)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.	
		<i>Sipha maydis</i> (Passerini, 1860)	15	A.	20	A.	8,33	Tac.	15,4	A.	Phy.	
Heteroptera		<i>Aploneura lentisci</i> (Passerini, 1856)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Phy.	
		<i>Pemphigus bursarius</i> (Linnaeus, 1758)	15	A.	10	A.	0	*	9,62	Tac.	Phy.	
		Anthocoridae	<i>Anthocoridae</i> sp. ind.	25	Ac.	35	Ac.	25	Ac.	28,8	Ac.	Pré.
		Capsidae	<i>Capsidae</i> sp. ind.	15	A.	5	Tac.	16,7	A.	11,5	A.	Omn.
		Reduviidae	<i>Coranus aegyptius</i> (Fabricius, 1775)	20	A.	10	A.	0	*	11,5	A.	Pré.
			<i>Reduviidae</i> sp. ind.	20	A.	10	A.	8,33	Tac.	13,5	A.	Omn.
		Miridae	<i>Miridae</i> sp. ind.	35	Ac.	35	Ac.	8,33	Tac.	28,8	Ac.	Omn.
		Tingidae	<i>Tingidae</i> sp. ind.	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
		Coreidae	<i>Coreidae</i> sp. ind.	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
		Lygaeidae	<i>Spilostethus pandurus</i> v. <i>militaris</i> (Fabricius, 1775)	10	A.	10	A.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Phy.
<i>Spilostethus</i> sp.	0		*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.		
Pyrrhocoridae	<i>Scantius aegyptius</i> (Linnaeus, 1758)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.		
	<i>Pyrrhocoridae</i> sp. ind.	15	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Omn.		

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Heteroptera	Cydnidae	<i>Cydnidae sp. ind.</i>	15	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Phy.
	Pentatomidae	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	30	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	21,2	A.	Phy.
		<i>Carpocoris mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	60	C.	30	Ac.	16,7	A.	38,5	Ac.	Phy.
		<i>Eurydema Ornata decorata</i> (Linnaeus, 1758)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Eurydema Ornata picta</i> (Linnaeus, 1758)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
	Scutelleridae	<i>Eurygaster maura</i> (Linnaeus, 1758)	55	C.	30	Ac.	33,3	Ac.	40,4	Ac.	Phy.
<i>Eurygaster sp.</i>		35	Ac.	20	A.	16,7	A.	25	Ac.	Phy.	
Coleoptera	Cicindelidae	<i>Cicindela campestris</i> (Linnaeus, 1758)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
	Carabidae	<i>Angoleus wollastoni</i> (Wollaston, 1854)	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Carterus interceptus</i> (Dejean, 1831)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Ditomus capito</i> (Serville, 1821)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Harpalus attenuatus</i> (Stephens, 1828)	20	A.	0	*	0	*	7,69	Tac.	Pré.
		<i>Harpalus lethierryi</i> (Reiche, 1859)	10	A.	10	A.	0	*	7,69	Tac.	Pré.
		<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Pré.
		<i>Microlestes sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
	<i>Tachys (Eotachys) pallidulus</i> (Antoine, 1943)	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Pré.	
	Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae sp. ind.</i>	20	A.	5	Tac.	0	*	9,62	Tac.	Omn.
	Histeridae	<i>Hister sp.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Pré.
		<i>Histeridae sp. ind.</i>	40	Ac.	15	A.	8,33	Tac.	23,1	A.	Omn.
	Silphidae	<i>Silpha tristis</i> (Illiger, 1798)	15	A.	5	Tac.	16,7	A.	11,5	A.	Omn.
	Staphylinidae	<i>Staphylinus sp.</i>	30	Ac.	15	A.	41,7	Ac.	26,9	Ac.	Omn.
		<i>Velleius sp.</i>	10	A.	10	A.	25	Ac.	13,5	A.	Omn.
		<i>Scopaeus sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Omn.
		<i>Oxyporis sp.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Omn.
		<i>Staphylinidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
	Pselaphidae	<i>Pselaphidae sp. ind.</i>	55	C.	10	A.	16,7	A.	28,8	Ac.	Omn.
	Cantharidae	<i>Cantharis decipiens</i> (Baudi, 1871)	25	Ac.	15	A.	33,3	Ac.	23,1	A.	Phy*/pré
<i>Cantharis cryptica</i> (Ashe, 1947)		5	Tac.	0	*	8,33	Tac.	3,85	Tac.	Phy*/pré	
<i>Cantharis paludosa</i> (Fallén, 1807)		20	A.	15	A.	33,3	Ac.	21,2	A.	Phy*/pré	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Coleoptera		<i>Cantharis rufa</i> (Linnaeus, 1758)	0	*	10	A.	0	*	3,85	Tac.	Phy*/pré
		<i>Malthinus seriepunctatus</i> (Kiesenwetter, 1852)	35	Ac.	35	Ac.	41,7	Ac.	36,5	Ac.	Phy*/pré
		<i>Rhagonycha sp.1</i>	35	Ac.	20	A.	0	*	21,2	A.	Phy*/pré
		<i>Rhagonycha sp. 2</i>	15	A.	0	*	25	Ac.	11,5	A.	Phy*/pré
	Malachiidae	<i>Clanoptilus elegans</i> (Olivier, 1790)	0	*	0	*	16,7	A.	3,85	Tac.	Phy*/pré
		<i>Clanoptilus strangulatus</i> (Abeille de Perrin, 1885)	30	Ac.	10	A.	41,7	Ac.	25	Ac.	Phy*/pré
	Melyridae	<i>Aplocnemus nigricornis</i> (Fabricius, 1792)	80	C.	55	C.	66,7	C.	67,3	C.	Phy.*
		<i>Dasytes cyaneus</i> (De Geer, 1774)	80	C.	75	C.	75	C.	76,9	C.	Phy.*
	Cleridae	<i>Thricodes sp.</i>	60	C.	20	A.	16,7	A.	34,6	Ac.	Phy.
	Elateridae	<i>Agriotes sordidus</i> (Illiger, 1807)	45	Ac.	15	A.	33,3	Ac.	30,8	Ac.	Phy.
		<i>Cryptohypnus sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Cryptohypnus (Negasatrius) pulchellus</i> (L., 1761)	30	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	21,2	A.	Phy.
		<i>Zorochrus quadriguttatus</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Buprestidae	<i>Anthaxia quadripunctata</i> (Linnaeus, 1758)	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Anthaxia suzannae</i> (Théry, 1942)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Acmaeoderella discoidea</i> (Fabricius, 1787)	45	Ac.	10	A.	16,7	A.	25	Ac.	Phy.
		<i>Acmaeoderella flavofasciata</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Acmaeoderella villosula</i> (Steven, 1830)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Dermestidae	<i>Attagenus schaefferi</i> (Herbst, 1792)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Attagenus uniformis</i> (Fairmaire, 1860)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Dermestes frischii</i> (Kugelann, 1792)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Néc
		<i>Dermestidae sp. ind.</i>	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Omn.
	Coccinellidae	<i>Exochomus (Exochomus) nigripennis</i> (Erichson, 1843)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	90	C.	65	C.	75	C.	76,9	C.	Pré.
		<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze, 1777)	60	C.	55	C.	33,3	Ac.	51,9	C.	Pré.
		<i>Hyperaspis algerica</i> (Crotch, 1874)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant, 1846)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (L., 1758)		5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Pré.	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Coleoptera		<i>Scymnus (Scymnus) pallipediformis</i> (Gunther, 1958)	30	Ac.	5	Tac.	8,33	Tac.	15,4	A.	Pré.
		<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Pré.
		<i>Scymnus (Scymnus) interruptus</i> (Goeze, 1777)	15	A.	15	A.	0	*	11,5	A.	Pré.
		<i>Stethorus punctillum</i> (Weise, 1891)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
	Oedemeridae	<i>Oedemera femorata</i> (Scopoli, 1763)	15	A.	0	*	25	Ac.	11,5	A.	Phy.
	Meloidae	<i>Lytta sp.</i>	30	Ac.	15	A.	0	*	17,3	A.	Phy.
		<i>Meloe tucius</i> (Rossi, 1792)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Mylabris sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Mordellidae	<i>Mordellidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
	Lagriidae	<i>Lagria atripes</i> (Mulsant & Guillebeau, 1855)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Alleculidae	<i>Heliotaurus ruficollis</i> (Fabricius, 1781)	20	A.	10	A.	25	Ac.	17,3	A.	Phy.*
		<i>Podonta daghestanica</i> (Reitter, 1885)	45	Ac.	45	Ac.	50	C.	46,2	Ac.	Phy.*
	Tenebrionidae	<i>Pimelia (Pimelia) rotundata</i> (Solier, 1836)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Néc.
		<i>Tentyria interrupta</i> (Latreille, 1807)	25	Ac.	5	Tac.	33,3	Ac.	19,2	A.	Néc.
		<i>Scaurus sp.</i>	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Néc.
		<i>Asida sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Néc.
		<i>Tenebrionidae sp. ind.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Néc.
	Scarabaeidae	<i>Onthophagus sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Cop.
		<i>Omaloplia sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Schizonycha algerina</i> (Fairmaire, 1876)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Anisoplia floricola</i> (Fabricius, 1787)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Hoplia africana spp. africana</i>	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Hoplia africana spp. ocheri</i>	10	A.	10	A.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Phy.
		<i>Hoplia africana spp. pardoii</i>	10	A.	10	A.	0	*	7,69	Tac.	Phy.
		<i>Hoplia bilineata</i> (Fabricius, 1801)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Aethiessa floralis</i> (Fabricius, 1787)	25	Ac.	10	A.	0	*	13,5	A.	Phy.
		<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)	15	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Phy.
<i>Tropinota squalida</i> (Scopoli, 1763)	35	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	23,1	A.	Phy.		

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Coleoptera	Glaphyridae	<i>Lichnanthe sp.</i>	40	Ac.	5	Tac.	0	*	17,3	A.	Omn.
	Cyrambycidae	<i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Purpuricenus desfontainii</i> (Fabricius 1792)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Calamobius filum</i> (Rossi, 1790)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.
	Chrysomelidae	<i>Oulema melanopus</i> (Linnaeus, 1758)	95	C.	85	C.	91,7	C.	90,4	C.	Phy.
		<i>Oulema sp.</i>	70	C.	40	Ac.	58,3	C.	55,8	C.	Phy.
		<i>Labidostomis humeralis</i> (Schneider, 1792)	10	A.	10	A.	16,7	A.	11,5	A.	Phy.
		<i>Labidostomis lusitanica</i> (Germar, 1824)	40	Ac.	25	Ac.	25	Ac.	30,8	Ac.	Phy.
		<i>Lachnaia hirta</i> (Fabricius, 1801)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Lachnaia (paradoxa) vicina</i> (Olivier, 1808)	50	C.	25	Ac.	25	Ac.	34,6	Ac.	Phy.
		<i>Lachnaia sexpunctata</i> (Scopoli, 1763)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Cryptocephalus (Cryptocephalus) rugicollis</i> (Olivier, 1791)	20	A.	5	Tac.	16,7	A.	13,5	A.	Phy.
		<i>Cryptocephalus sericeus</i> (Linnaeus, 1758)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Chrysolina bankii</i> (Fabricius, 1775)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
		<i>Entomoscelis rumicis</i> (Fabricius, 1787)	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Cassida velaris</i> (Weise, 1896)	15	A.	0	*	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Phy.
		<i>Cassida vittata</i> (Villers, 1789)	10	A.	5	Tac.	16,7	A.	9,62	Tac.	Phy.
		<i>Chrysomelidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	16,7	A.	7,69	Tac.	Phy.
	Bruchidae	<i>Bruchidae sp. ind.</i>	45	Ac.	15	A.	33,3	Ac.	30,8	Ac.	Phy.
	Scolytidae	<i>Scolytidae sp. ind.</i>	35	Ac.	10	A.	25	Ac.	23,1	A.	Phy.
	Apionidae	<i>Apion sp.</i>	25	Ac.	10	A.	16,7	A.	17,3	A.	Phy.
		<i>Apionidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Curculionidae	<i>Ceuthorhynchus sp.</i>	20	A.	5	Tac.	0	*	9,62	Tac.	Phy.
		<i>Rhyncolus sp.</i>	5	Tac.	0	*	16,7	A.	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Cleonus sp.</i>	20	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	11,5	A.	Phy.
		<i>Orchestes avellanae</i> (Fabricius, 1792)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Orchestes sp.</i>	10	A.	0	*	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Phy.
<i>Phyllobius sp.</i>		5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Phy.	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

		<i>Lixus sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Otiorhynchus sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.
		<i>Curculionidae sp. ind.</i>	30	Ac.	20	A.	8,33	Tac.	21,2	A.	Omn.
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa carnea</i> (Stephens, 1836)	25	Ac.	30	Ac.	25	Ac.	26,9	Ac.	Pré.
	Ascalaphidae	<i>Libelloides hispanicus</i> (Rambur, 1842)	5	Tac.	10	A.	0	*	5,77	Tac.	Pré.
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Athalia circularis</i> (Klug, 1815)	50	C.	20	A.	25	Ac.	32,7	Ac.	Phy.
	Cephalidae	<i>Trachelus tabidus</i> (Fabricius, 1775)	70	C.	55	C.	58,3	C.	61,5	C.	Phy.
		<i>Janus compressus</i> (Fabricius, 1793)	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
	Siricidae	<i>Xiphydria prolongata</i> (Geoffroy, 1785)	25	Ac.	15	A.	25	Ac.	21,2	A.	Phy.
	Oryssidae	<i>Oryssus sp.</i>	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.
	Ceraphronidae	<i>Ceraphronidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Par.
	Megaspilidae	<i>Megaspilidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Par.
	/	<i>Chalcidoidea sp. ind.</i>	70	C.	10	A.	41,7	Ac.	40,4	Ac.	Par.
	Chalcididae	<i>Chalcididae sp. ind.</i>	30	Ac.	10	A.	0	*	15,4	A.	Par.
	Eupelmidae	<i>Eupelmidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Par.
	Pteromalidae	<i>Pteromalidae sp. ind.</i>	45	Ac.	35	Ac.	50	C.	42,3	Ac.	Par.
	Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatidae sp. ind.</i>	25	Ac.	15	A.	16,7	A.	19,2	A.	Par.
	/	<i>Ichneumonioidea sp. ind.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Par.
	Ichneumonidae	<i>Ichneumonidae sp. ind.</i>	60	C.	40	Ac.	33,3	Ac.	46,2	Ac.	Par.
	Braconidae	<i>Chorebus sp.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Par.
		<i>Dinocampus coccinellae</i> (Schrank, 1802)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Par.
		<i>Aphidius ervi</i> (Haliday, 1833)	15	A.	15	A.	0	*	11,5	A.	Par.
		<i>Aphidius matricariae</i> (Haliday, 1834)	10	A.	10	A.	0	*	7,69	Tac.	Par.
		<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh, 1855)	25	Ac.	25	Ac.	33,3	Ac.	26,9	Ac.	Par.
		<i>Lysiphlebus confusus</i> (Tremblay & Eady, 1978)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Par.
<i>Praon volucre</i> (Haliday, 1833)		5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Par.	
<i>Braconidae sp. ind.</i>	70	C.	20	A.	41,7	Ac.	44,2	Ac.	Par.		
Cynipidae	<i>Cynipidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	8,33	Tac.	3,85	Tac.	Par.	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Hymenoptera	Proctotrupidae	<i>Proctotrupidae sp. ind.</i>	50	C.	10	A.	25	Ac.	28,8	Ac.	Par.
	Chrysidae	<i>Chrysis sp.</i>	10	A.	0	*	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Par.
		<i>Chrysidae sp. ind.</i>	25	Ac.	0	*	8,33	Tac.	11,5	A.	Par.
	Scoliidae	<i>Dasyscolia sp.</i>	85	C.	45	Ac.	25	Ac.	55,8	C.	Par.
	Myrmosidae	<i>Myrmosa sp.</i>	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Par.
	Myrmicidae	<i>Messor barbara</i> (Linnaeus, 1767)	50	C.	25	Ac.	33,3	Ac.	36,5	Ac.	Phy.
		<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	20	A.	0	*	0	*	7,69	Tac.	Omn.
	Dolichoderidae	<i>Tetramorium caespitum</i> (Linnaeus, 1758)	40	Ac.	25	Ac.	25	Ac.	30,8	Ac.	Omn.
		<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)	55	C.	30	Ac.	58,3	C.	46,2	Ac.	Omn.
	Formicidae	<i>Camponotus thoracicus</i> (Fabricius, 1804)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
		<i>Cataglyphis albicans theryi</i> (Santschi, 1921)	65	C.	35	Ac.	33,3	Ac.	46,2	Ac.	Omn.
		<i>Cataglyphis albicans savignyi</i> (Dufour, 1862)	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Omn.
		<i>Cataglyphis bicolor</i> (Fabricius, 1793)	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
	Pompilidae	<i>Anoplius sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Pompilidae sp. ind.</i>	35	Ac.	15	A.	16,7	A.	23,1	A.	Pré.
	Vespidae	<i>Vespula sp.</i>	15	A.	0	*	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Pré.
		<i>Polistes sp.</i>	25	Ac.	10	A.	16,7	A.	17,3	A.	Pré.
		<i>Vespidae sp. ind.</i>	45	Ac.	25	Ac.	8,33	Tac.	28,8	Ac.	Pré.
	Colletidae	<i>Colletes sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.*
		<i>Colletidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Phy.*
	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i> (Panzer, 1799)	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Phy.*
		<i>Andrena sp.</i>	65	C.	25	Ac.	16,7	A.	38,5	Ac.	Phy.*
		<i>Panurgus sp.</i>	30	Ac.	15	A.	8,33	Tac.	19,2	A.	Phy.*
		<i>Panurginus sp.</i>	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Phy.*
	Halictidae	<i>Halictus sp.</i>	65	C.	35	Ac.	25	Ac.	44,2	Ac.	Phy.*
		<i>Lasioglossum (Lasioglossum) sp.</i>	65	C.	30	Ac.	25	Ac.	42,3	Ac.	Phy.*
<i>Lasioglossum (Evyllaesus) sp.</i>		65	C.	20	A.	16,7	A.	36,5	Ac.	Phy.*	
<i>Sphecodes gibbus</i> (Linnaeus, 1758)		0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Par.*	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Hymenoptera		<i>Sphecodes ruficrus</i> (Erichson, 1835)	30	Ac.	5	Tac.	0	*	13,5	A.	Par.*	
		<i>Sphecodes sp.</i>	15	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Par.*	
		<i>Halictidae sp. ind.</i>	0	*	5	Tac.	8,33	Tac.	3,85	Tac.	Phy.*	
	Megachilidae		<i>Osmia sp.</i>	30	Ac.	5	Tac.	8,33	Tac.	15,4	A.	Phy.*
			<i>Stelis sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	A.	Par.*
			<i>Chelostoma sp.</i>	10	A.	0	*	0	*	3,85	A.	Phy.*
	Apidae		<i>Eucera sp.</i>	80	C.	30	Ac.	25	Ac.	48,1	Ac.	Phy.*
			<i>Nomada sp.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Par.*
			<i>Melecta sp.</i>	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Par.*
			<i>Anthophora sp.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Phy.*
		<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	55	C.	30	Ac.	66,7	C.	48,1	Ac.	Phy.*	
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Pyralidae sp. ind.</i>	40	Ac.	40	Ac.	16,7	A.	34,6	Ac.	Phy.	
	/	<i>Lepidoptera sp. ind.</i>	60	C.	25	Ac.	16,7	A.	36,5	Ac.	Phy.	
Diptera	Tipulidae	<i>Tipula sp. ind.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Phy.	
	Sciaridae	<i>Trichosia sp.</i>	30	Ac.	5	Tac.	8,33	Tac.	15,4	A.	Néc.	
		<i>Sciara sp.</i>	40	Ac.	10	A.	25	Ac.	25	Ac.	Omn.	
		<i>Sciaridae sp. ind.</i>	35	Ac.	20	Ac.	25	Ac.	26,9	Ac.	Omn.	
	Cecidomyiidae	<i>Porricondyla sp.</i>	20	A.	10	A.	25	Ac.	17,3	A.	Phy.	
		<i>Colpodia sp.</i>	0	*	0	*	8,33	Tac.	1,92	Tac.	Phy.	
		<i>Cecidomyiidae sp. ind.</i>	10	A.	0	*	16,7	A.	7,69	Tac.	Omn.	
	Bibionidae	<i>Bibionidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.	
	Psychodidae	<i>Psychodidae sp. ind.</i>	10	A.	5	Tac.	0	*	5,77	Tac.	Omn.	
	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Omn.	
		<i>Chironomidae sp. ind.</i>	0	*	0	*	16,7	A.	3,85	Tac.	Omn.	
	Stratiomyiidae	<i>Hermione sp.</i>	10	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Omn.	
		<i>Stratiomyiidae sp. ind.</i>	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Omn.	
	Erinnidae	<i>Erinnidae sp. ind.</i>	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Omn.	
	Coenomyiidae	<i>Coenomyiidae sp. ind.</i>	10	A.	15	A.	0	*	9,62	Tac.	Phy.	
Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	10	A.	0	*	8,33	Tac.	5,77	Tac.	Omn.		

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Diptera	Asilidae	<i>Andrenosoma sp.</i>	85	C.	55	C.	58,3	C.	67,3	C.	Pré.
	Bombyliidae	<i>Cyllenia sp.</i>	25	Ac.	5	Tac.	8,33	Tac.	13,5	A.	Phy.
		<i>Dischistus sp.</i>	20	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	11,5	A.	Omn.
		<i>Bombyliidae sp. ind.</i>	30	Ac.	5	Tac.	0	*	13,5	A.	Phy.
	Empididae	<i>Tachydromia minuta</i> (Meigen, 1804)	20	A.	10	A.	16,7	A.	15,4	A.	Pré.
		<i>Tachydromia flavipes</i> (Meigen, 1804)	50	C.	20	A.	33,3	Ac.	34,6	Ac.	Pré.
		<i>Tachydromia pallidiventris</i> (Meigen, 1822)	65	C.	50	C.	66,7	C.	59,6	C.	Pré.
		<i>Elaphropyza sp.</i>	55	C.	15	A.	50	C.	38,5	Ac.	Pré.
		<i>Empididae sp. ind.</i>	15	A.	0	*	0	*	5,77	Tac.	Omn.
	Lonchopteridae	<i>Lonchoptera sp.</i>	15	A.	10	A.	8,33	Tac.	11,5	A.	Phy.
		<i>Lonchopteridae sp. ind.</i>	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Lonchaeidae	<i>Lonchaea sp.</i>	15	A.	5	Tac.	8,33	Tac.	9,62	Tac.	Phy.
		<i>Lonchaeidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
	Phoridae	<i>Hypocera sp.</i>	55	C.	5	Tac.	25	Ac.	28,8	Ac.	Omn.
		<i>Conicera sp.</i>	0	*	5	Tac.	16,7	A.	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Gymnophora sp.</i>	20	A.	0	*	0	*	7,69	Tac.	Omn.
		<i>Phoridae sp. ind.</i>	5	Tac.	5	Tac.	0	*	3,85	Tac.	Omn.
	Syrphidae	<i>Sphaerophoria sp.</i>	20	A.	15	A.	16,7	A.	17,3	A.	Pré.
		<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	45	Ac.	20	A.	16,7	A.	28,8	Ac.	Pré.
		<i>Syrphus sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Pré.
		<i>Eristalis aeneus</i> (Scopoli, 1763)	25	Ac.	0	*	0	*	9,62	Tac.	Néc.
		<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	25	Ac.	15	A.	25	Ac.	21,2	A.	Néc.
		<i>Eristalis sp.</i>	15	A.	0	*	8,33	Tac.	7,69	Tac.	Omn.
<i>Helophilus sp.</i>		10	A.	0	*	0	*	3,85	Tac.	Phy.	
<i>Syrphidae sp. ind.</i>	45	Ac.	30	Ac.	41,7	Ac.	38,5	Ac.	Omn.		
Chamaemyiidae	<i>Leucopis sp.</i>	40	Ac.	20	A.	41,7	Ac.	32,7	Ac.	Néc.	
Chyromyidae	<i>Chiromyia oppidana</i> (Scopoli, 1763)	55	C.	20	A.	50	C.	40,4	Ac.	Phy.	
	<i>Chiromyia sp.</i>	60	C.	5	Tac.	33,3	Ac.	32,7	Ac.	Phy.	

Chapitre II: Biodiversité fonctionnelle de l'entomofaune inventoriée dans les agro-écosystèmes céréaliers

Diptera	Opomyzidae	<i>Geomyza tripunctata</i> (Fallen, 1823)	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Phy.
	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	15	A.	5	Tac.	0	*	7,69	Tac.	Omn.
	Agromyzidae	<i>Phytomyza sp.</i>	30	Ac.	5	Tac.	25	Ac.	19,2	A.	Phy.
		<i>Agromyzidae sp. ind.</i>	30	Ac.	10	A.	25	Ac.	21,2	A.	Phy.
	Tephritidae	<i>Tephritidae sp. ind.</i>	5	Tac.	10	A.	0	*	5,77	Tac.	Phy.
	Anthomyiidae	<i>Fucellia sp.</i>	5	Tac.	0	*	16,7	A.	5,77	Tac.	Phy.
		<i>Hylemya sp.</i>	25	Ac.	5	Tac.	25	Ac.	17,3	A.	Phy.*
		<i>Anthomyiidae sp. ind.</i>	40	Ac.	15	A.	8,33	Tac.	23,1	A.	Omn.
	Muscidae	<i>Morellia sp.</i>	25	Ac.	15	A.	16,7	A.	19,2	A.	Omn.
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga grisea</i> (Meigen, 1826)	0	*	5	Tac.	0	*	1,92	Tac.	Omn.
		<i>Sarcophagidae sp. ind.</i>	5	Tac.	0	*	8,33	Tac.	3,85	Tac.	Néc.
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	20	A.	10	A.	16,7	A.	15,4	A.	Omn.
		<i>Calliphora sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
		<i>Calliphoridae sp. ind.</i>	30	Ac.	10	A.	33,3	Ac.	23,1	A.	Omn.
	Tachinidae	<i>Tachina sp.</i>	5	Tac.	0	*	0	*	1,92	Tac.	Omn.
<i>Tachinidae sp. ind.</i>		35	Ac.	0	*	33,3	Ac.	21,2	A.	Omn.	

1.1. Analyse taxonomique de l'inventaire global de l'ensemble des cultures céréalières

Cet inventaire englobe 13 ordres, 116 familles, 206 genres et 315 espèces (**Tab. 20 et Fig.5**). Dans le même cadre d'étude et au niveau des deux mêmes stations expérimentales (ITGC de Sétif et CNCC d'El-Khroub) de la région des Hautes plaines de l'est, Kellil (2011) a recensé 481 espèces d'insectes réparties en 17 ordres, 139 familles et 275 genres. La comparaison entre nos résultats des taxons identifiés et les taxons de Kellil (2011) révèle que la période d'étude de la campagne agricole (2007-2008) est plus riche en nombre d'ordres, de familles, de genres et d'espèces. Cette richesse est expliquée par le recensement de 4 ordres, de 23 familles, de 69 genres et de 166 espèces de plus que nos données. Cette différence en nombre de taxons pourrait être expliquée par la durée de la période d'échantillonnage qui a été représentée par 7 mois (3 mois d'hiver, 3 mois de printemps et 1 mois d'été) et aussi l'influence des conditions climatiques durant cette période. Alors que dans notre cadre, malgré que nous avons réalisé l'échantillonnage durant trois années (2012, 2013 et 2014), mais seulement durant trois mois au maximum (2 mois de printemps et 1 mois d'été pendant chaque année).

L'étude entomologique réalisée par Hadj-Zouggar (2014) dans la même station expérimentale de l'ITGC de Sétif sur l'ensemble des trois cultures (blé dur, orge et avoine), 100 espèces d'insectes sont inventoriées, distribuées sur 9 ordres et 64 familles. Ainsi, l'étude de Chaabane (1993) à Ain-Yagout (Batna) a enregistré 96 espèces dans l'ensemble des trois cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) avec 11 ordres et 48 familles. Dans les écosystèmes céréaliers en France, Cole & Wilkinson (1983), ont recensé 240 espèces. Parmi ces espèces inventoriées, 60 espèces réparties entre ravageurs et leurs prédateurs, qui étaient soit abondants, soit se présentaient d'une manière constante.

Malheureusement, la description des tendances géographiques du nombre d'espèces s'accompagne de nombreuses difficultés méthodologiques. Tout d'abord, c'est l'inégalité des efforts d'échantillonnage dans les différentes régions. Les relations occasionnelles sous-jacentes à la corrélation environnementale et spatiale multivariée sont également importantes (Lobo & *al.*, 2001).

Parmi les ordres les plus abondants en nombre de familles, de genres et d'espèces pour l'ensemble des cultures céréalières, nous avons trouvé : les Coléoptères qui occupent la première place avec 29, 75 et 109 respectivement. Suivis par les Hyménoptères et aussi les Diptères avec (27 ; 38 ; 62) et (28 ; 35 ; 60) respectivement (**Tab.20 et Fig.5**). Les membres de la classe Insecta répartis en 29 ordres avec plus de 1 million d'espèces décrites méritent une attention sérieuse de la part des taxonomistes (Arillo & Engel, 2006), mais, la richesse taxonomique décrite des insectes est inégalement répartie entre les groupes taxonomiques supérieurs (Gullan & Cranston, 1999). Cinq

ordres se distinguent par leur grande richesse en espèces : les Coléoptères, les Diptères, les Hyménoptères, les Lépidoptères et les Hémiptères (Gullan & Cranston, 1999), ces quatre premiers ordres représentent 81 % de toutes les espèces d'insectes vivantes décrites (Arillo & Engel, 2006).

Selon les données de la bibliographie, l'ordre des Coléoptères domine en terme de richesse spécifique par rapport aux autres ordres, c'est le même résultat obtenu dans cette étude.

Bhargava (2009) a indiqué que l'ordre des Coléoptères constitue la plus grande proportion par rapport à n'importe quelle autre catégorie d'espèces animales, et il est de loin le plus important non seulement dans l'embranchement des Arthropodes, mais également dans tout le règne animal. Cet ordre représente 25 à 30 % de l'ensemble des espèces animales (Costa, 2000 ; Powell, 2009 ; Moore, 2013) et environ 40 % par rapport à tous les insectes (Hammond, 1992 ; Farrell, 1998 ; Gullan & Cranston, 1999 ; Grove & Stork, 2000). Les calculs les plus fiables indiquent que entre 350 000 et 450 000 espèces décrites (Hammond, 1992 ; Lawrence & *al.*, 1999 ; Nielsen & Mound, 1999 ; Bhargava, 2009 ; Bouchard & *al.*, 2009 ; Chapman, 2009) et englobe aussi environ 500 familles et sous-familles à travers le monde (Gullan & Cranston, 2010). Les sources d'alimentation des Coléoptères sont aussi variées que leurs modes de vie, allant d'une alimentation purement carnivore à une alimentation phytophage, mycétophage ou saprophage (Alonso-Zarazaga, 2015).

Les ordres les plus fréquents notés par Kellil (2011) sont les Coléoptères (33 familles et 140 espèces), les Diptères représentés par 32 familles et 125 espèces et les Hyménoptères avec 31 familles et 89 espèces. Nous signalons une riche considérable en nombre d'espèce dans l'inventaire de Kellil (2011) par rapport au présent travail, le nombre d'espèces en plus est de 31, représenté par les Coléoptères, de 27 espèces des Hyménoptères et le double (65 espèces) pour les Diptères.

Ainsi, Chaabane (1993) a trouvé les Coléoptères en première place avec 39 espèces, suivis par les Hyménoptères et les Orthoptères avec 15 et 14 espèces respectivement. Alors que Hadj-Zouggar (2014) a marqué que l'ordre des Diptères est le plus riche en nombre de familles (23) et en espèces (33), suivi par les Coléoptères (13 familles et 31 espèces), et les Hyménoptères en troisième position avec 10 familles et 19 espèces.

Nous présentons dans ce contexte les données de la littérature des deux ordres 'Hyménoptères et Diptères', qui ont un nombre d'espèces important et des critères de diversité notamment en taille, en forme et en statut trophique. Ils sont spécifiques par rapport aux autres ordres.

Les Hyménoptères constituent l'un des quatre grands ordres d'insectes les plus riches en espèces avec environ 100 000 à 115 000 espèces décrites dans le monde (Gaston, 1991 ; Grissell,

1999 ; Sharkey, 2007 ; Gullan & Cranston, 2010), ce qui les place uniquement derrière les Coléoptères, les Lépidoptères et les Diptères (Goulet & Huber, 1993 ; Sharkey, 2007). Écologiquement et économiquement, peu de groupes d'insectes sont aussi importants et utiles pour l'homme que les Hyménoptères. Les abeilles fournissent le service écosystémique vital de la pollinisation dans les systèmes naturels et gérés (Fall, 2006 ; Gallai & *al.*, 2009), tandis que les Hyménoptères parasites contrôlent les populations d'insectes phytophages et peuvent être des agents efficaces de contrôle des insectes nuisibles (Fall, 2006 ; Jonsson & *al.*, 2008).

Les Diptères constituent l'un des trois groupes d'insectes les plus importants et les plus diversifiés au monde (Skevington & Dang, 2002). Ils regroupent entre 120 000 et 160 000 espèces nommées appartenant à environ 150 familles (Gullan & Craston, 1999 ; Merritt & *al.*, 2003 ; Evenhuis & *al.*, 2008 in Ssymank & *al.*, 2008). Les Diptères sont diversifiés non seulement par la richesse en espèces, mais également par leur structure, leur exploitation, leurs habitudes de vie et leurs interactions avec l'homme (Brown, 2001). Courtney & *al.* (2009) ont signalé que les mouches ont plusieurs types d'alimentation comme les exemples suivants :

- le nectar ou du miellat : Blephariceridae et Bombyliidae,
- le pollen : Nemestrinidae et Syrphidae,
- le sang de vertébrés : Culicidae et Glossinidae,
- l'hémolymphe d'insecte : certaines espèces de Ceratopogonidae,
- autres matériaux organiques qui peuvent être dissoutes ou mises en suspension dans la salive ou fluide régurgité : Calliphoridae, Micropezidae et Muscidae,
- les adultes de certains groupes sont prédateurs : Asilidae, Empididae.

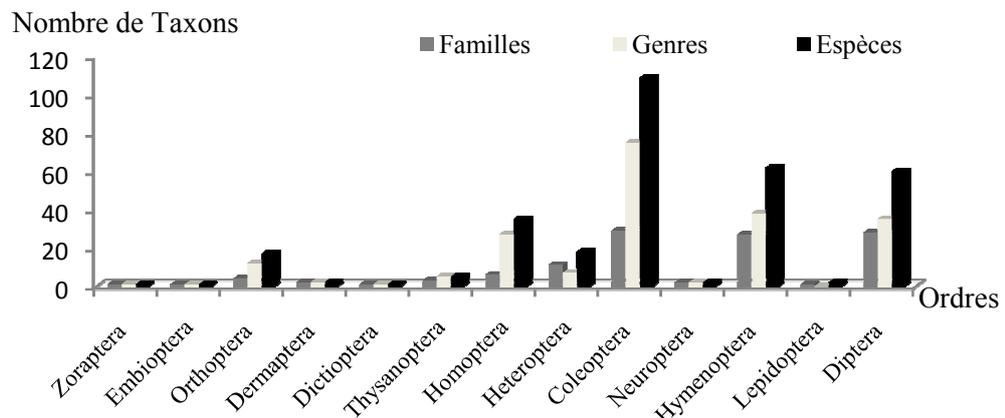


Figure 5 : Nombre de taxons (familles, genres et espèces) d'insectes inventoriés dans l'ensemble des cultures céréalières aux Hautes plaines de l'Est.

Dans le présent travail, les deux ordres suivants sont assez bien représentés en nombre de familles, de genres et d'espèces respectivement, les Hétéroptères (11 ; 7 et 18) et les Homoptères

(6 ; 27 et 35) (**Tab. 20 et Fig. 5**). En revanche Kellil (2011) a noté que ces deux ordres sont occupés une place importante en nombre de familles, de genres et d'espèces respectivement, Hétéroptères (9 ; 18 et 33) et Homoptères (6 ; 27 et 42). Nous constatons que cet inventaire est le plus riche et le plus diversifié en nombre d'espèces pour ces deux ordres que le notre.

L'ordre des Hemiptera est actuellement le cinquième ordre d'insectes le plus spécifique, après les Coléoptères, les Diptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères (Cameron & *al.*, 2006 ; Wilson, 1992 in Coscaron & *al.*, 2009 ; Wilson & Turner, 2010), avec environ 80 000 à 90 000 espèces décrites dans le monde entier (Arnett, 2000 ; Meyer, 2008 ; Cranston & Gullan, 2009), ces espèces sont réparties sur 140 familles (Cranston & Gullan, 2009). Leurs habitudes alimentaires vont de la phytophagie à la prédation, en passant par l'ectoparasitisme et l'hématophagie. Quelques espèces parmi elles sont nuisibles et sont importantes pour les plantes cultivées et certaines sont des vecteurs importants de maladies (Cameron & *al.*, 2006 ; Wilson & Turner, 2010). Dans notre liste systématique, nous avons classé les espèces d'insectes selon la systématique de Delvare & Aberlenc (1989), ils ont présenté Heteroptera et Homoptera comme des ordres. Selon Meyer (2008) ; Gullan & Cranston (2010), historiquement, l'ordre des Hemiptera était divisé en deux sous-ordres Heteroptera et Homoptera, ils sont considérés parfois comme des ordres.

Les Hétéroptères comptent entre 37 000 à 40 000 espèces décrites dans le monde entier (Schuh & Slater, 1995 ; Cranston & Gullan, 2009 ; Gullan & Cranston, 2010 ; Weirauch & Schuh, 2011), cet ordre comprend d'environ 75 à 80 familles (Schaefer & Panizzi, 2000 in Larivière & Larochelle, 2004 ; Gullan & Cranston, 2010 ; Banho & *al.*, 2016). Ces espèces occupent un vaste intervalle d'habitats différents et remplissent diverses fonctions et services écologiques (Henry, 2009). Les Hétéroptères exploitent une large gamme de sources de nourriture, la zoophagie est répandue dans ce groupe d'insectes, mais la majorité des espèces sont phytophages et se nourrissent de toutes les parties d'une plante (Mateos & *al.*, 2018). Aussi, les espèces omnivores ont la capacité de se nourrir de plantes et d'animaux, sont également rencontrées chez cet ordre (Bröring & Wiegleb, 2005). Ils ont une grande capacité à se disperser et à s'adapter à différents habitats par le biais de mimétisme, de coloration et de formes protectrices (Cameron & *al.*, 2006 ; Panizzi & Grazia, 2015).

Toutes les espèces d'Homoptères sont des phytophages terrestres avec 60 familles et 32 000 espèces dans le monde entier (Meyer, 2005). Plusieurs espèces sont des ravageurs des plantes cultivées, comme les pucerons et les cicadelles qui sont d'importants vecteurs de maladies des plantes. De nombreuses espèces de fourmis sont attirées par le miellat, soignent et protègent les Homoptères en échange du miellat qu'elles excrètent (Meyer, 2005).

Ainsi, l'ordre des Orthoptères est enregistré par 4 familles, 12 genres et 17 espèces (**Tab.20 et Fig.5**), alors que les Orthoptères dans l'étude de Kellil (2011) sont décrits avec 5 familles, 14 genres et 22 espèces.

Orthoptera est l'un des ordres d'insectes les plus anciens comprenant plus de 20 000 espèces dans le monde (Green, 1998 ; Gullan & Cranston, 2010 ; Rasplus & Roques, 2010), et il est réparti sur 30 familles (Cranston & Gullan, 2009). Les espèces de cet ordre sont des ravageurs bien connus et importants dans de nombreuses parties du monde, mais en particulier dans les habitats terrestres des régions les plus chaudes (Ingrisch & Köhler, 1998 ; Rasplus & Roques, 2010). Elles sont principalement phytophages et comprennent certains ravageurs agricoles exceptionnels (Rasplus & Roques, 2010). Elles habitent les prairies avec une densité relativement élevée (Szövényi, 2002), et elles consomment environ 3 à 5 % de la production annuelle (Ingrisch & Köhler, 1998).

Nous avons enregistré que la famille des Aphididae est la plus riche en nombre d'espèces (24), suivie par la famille Acrididae avec 12 espèces. Ces deux familles ont un statut trophique phytophage (**Tab. 20 et Fig. 5**). Kellil (2011) a trouvé presque la même richesse en nombre d'espèces des deux familles, 26 espèces d'Aphididae et 11 espèces d'Acrididae ont été identifiées. Les espèces Orthoptères phytophages peuvent causer des dommages économiques importants dans diverses cultures comme les céréales, les plantes fabacées, les légumes, les cultures industrielles et les arbres fruitiers dans plusieurs régions du monde (Blanchet & *al.*, 2010 ; 2012).

Les pucerons sont regroupés dans une super-famille 'Aphidoidea' composée de plus de 4700 espèces (Remaudière & Remaudière, 1997 ; Blackman & Eastop, 2000), dont 450 sont des espèces colonisatrices de grandes cultures (Blackman & Eastop, 2000). Environ 40 % des espèces d'Aphidoidea passent tout ou une partie de leur cycle de vie sur un arbre hôte, tandis que 55 % se développent sur les plantes herbacées et les arbustes, les 5 % restant vivant sur un hôte inconnu (Blackman & Eastop, 1994).

De nombreuses espèces de pucerons sont répertoriées comme vecteur de virus de plantes (phytovirus), la plupart appartenant à la sous-famille des Aphidinae, tels que les genres *Myzus*, *Macrosiphum* et *Aphis*. C'est cette capacité à transmettre des phytovirus qui fait de ces insectes d'importants ravageurs de cultures (Ferreris & Moreno, 2009). Une centaine d'espèces d'Aphididae coûte des millions de dollars chaque année à l'agriculture avec des pertes variables selon les pays et les espèces de pucerons (Blackman & Eastop, 2007). Nous pouvons expliquer notre richesse en espèces aphidiennes par l'influence des conditions suivantes :

- La méthode d'échantillonnage par des pièges jaunes, installés durant les 3 années d'étude, paraît efficace, car elle attire les pucerons ailés. De nombreux auteurs, comparant les captures au

champ dans des pièges de diverses couleurs, ont constaté globalement la forte attractivité de peintures jaunes. L'attraction des pucerons par la couleur jaune est connue depuis longtemps et de nombreux auteurs ont essayé d'interpréter leur comportement d'atterrissage en fonction de celle-ci (Baldy & Rabasse, 1983).

- La diversité des plantes spontanées comme des hôtes primaires et secondaires dans la région d'étude qui augmente la richesse des aphides. Bassino (1983) a signalé que la faune aphidienne est diversifiée parallèlement à la flore.
- L'effet du vent qui favorise le déplacement des espèces de pucerons. D'après Fink & Völkl (1995), le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels. Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à des longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 Km (Robert, 1982).

Ces deux familles contiennent des espèces déprédatrices des céréales. Nous citons 7 espèces pour la famille Aphididae, *D. noxia*, *M. dirhodum*, *R. maïdis*, *R. padi*, *S. graminum*, *S. maydis*, *S. avenae* et *C. barbarus barbarus* comme une espèce ravageuse pour la famille Acrididae (**Tab.20**). Selon Kamran & al. (2013), il existe six espèces de pucerons qui endommagent les céréales. Ces espèces comprennent *R. padi*, *S. graminum*, *R. maïdis*, *M. dirhodum*, *S. avenae* et *D. noxia*. De plus, Blackman & Eastop (2007) ont signalé que *S. maydis* est un ravageur des graminées.

Calliptamus barbarus barbarus ainsi que *Calliptamus italicus*, qui lui sont étroitement apparentés, sont également des phytophages très polyphages. Ils peuvent se nourrir d'un large spectre de plantes appartenant aux familles Asteraceae, Papilionaceae, Malvaceae, Poaceae, Fabaceae, Solanaceae et Brassicaceae, ainsi que de nombreux légumes et arbres fruitiers (Bei-Bienko & Mischenko, 1963 in Blanchet & al., 2010).

Nous avons signalé la présence d'ordre des Thysanoptères avec 3 familles, 5 genres et 5 espèces (**Tab. 20 et Fig.5**), par contre cet ordre dans les résultats de Kellil (2011) est moins représenté, il a noté une seule famille, un seul genre et deux espèces.

Les Thysanoptères sont présents dans le monde entier et regroupent près de 5 500 à 6 000 espèces décrites (Mound & Marullo, 1996 ; Mound, 1997 ; Gullan & Cranston, 2010 ; Reynaud, 2010). Cet ordre est divisé en 8 familles, mais 93 % des espèces de thrips appartiennent aux familles Thripidae et Phlaeothripidae (Mound, 1997). Environ 40 % des thrips se nourrissent de tissus vivants de plantes ou d'herbes dicotylédones ou sont des prédateurs de petits Arthropodes (Morse & Hoddle, 2006), se nourrissent généralement d'acariens sur les branches des arbres (Zur Strassen, 1995). En raison de leurs régimes alimentaires et de reproduction polyphages, les thrips

des fleurs sont exposés à une grande diversité de substances allélochimiques (Feyereisen, 1999 ; Li & *al.*, 2007). Plusieurs d'entre eux sont connus pour causer des dommages importants aux cultures, et peuvent aussi transmettre quelques maladies virales (Jones, 2005 ; Mound, 2005 ; Reynaud, 2010). Lors de la prise alimentaire, les thrips injectent dans la blessure une salive très toxique (Bournier, 1970 ; Tommasini & Maini, 1995). Le cytoplasme des cellules attaquées se déshydrate et perd sa coloration, l'épiderme prend d'abord une teinte blanc nacré puis brunisse peu à peu (Bournier, 1970). De plus, les thrips sont des décomposeurs, dont certains se nourrissent de plantes aquatiques (Mound, 2000). Au moins 40 à 50 % des espèces de thrips décrites sont adoptés à l'alimentation de champignons, en particulier dans les régions les plus chaudes du monde (Mound & Palmer, 1983 ; Mound & Marullo, 1996 ; Morse & Hoddle, 2006).

Les deux ordres Dermaptères et Neuroptères sont représentés par deux familles, deux genres et deux espèces (**Tab. 20 et Fig. 5**), le même résultat a été signalé par Kellil (2011). L'ordre Dermaptera qui englobe d'environ 1 800 à 2 200 espèces décrites provenant principalement de régions tropicales et tempérées chaudes (Gullan & Cranston, 2005 ; Rasplus & Roques, 2010 ; Haas & *al.*, 2012), et environ 80 espèces en Europe (Rasplus & Roques, 2010). Les deux familles les plus fréquentes en Europe sont Anisolabididae et Labiduridae avec 12 et 2 espèces respectivement. La plupart des espèces semblent être omnivores, mais certaines sont phytophages et quelques-unes sont des prédatrices agissant comme des agents de lutte antiparasitaire (Rasplus & Roques, 2010). Aussi les espèces de perce-oreilles habitent des environnements naturels et semi-naturels (Costa, 2006).

Neuroptera comprend environ 6 500 espèces (Gullan & Cranston, 2010), distribuées sur 15 familles (Winterton, 2011 in Yang & *al.*, 2012). En effet, les chrysopes ont des intérêts en tant qu'agents de lutte biologique ne comprennent que des spectres limités de 3 familles, à savoir Chrysopidae entre 1 200 et 1 300 espèces reconnues dans environ 87 genres et 3 sous-familles dans le monde (Brooks & Bernard, 1990 ; McEwen & *al.*, 1999 in New, 1999). Les larves de ces familles sont des prédatrices voraces de petits arthropodes à corps relativement mou tels que les pucerons, les cochenilles, les mouches blanches, les thrips, les œufs d'insectes et d'autres proies. Pour cette raison, ces larves sont largement utilisées dans la lutte biologique. Les adultes sont généralement des prédateurs, mais quelques espèces se nourrissent de pollen (Canard & *al.*, 1984).

Par contre, les ordres des Zoroptères, des Embioptères, des Dictioptères ne sont mentionnés que par une seule famille, un seul genre et une seule espèce (**Tab. 20 et Fig. 5**). En revanche, Kellil (2011) a signalé les mêmes résultats que les nôtres pour les deux ordres, Embioptères et Dictioptères, avec l'absence totale de l'ordre des Zoroptères. Selon les données de la bibliographie, nous donnons un aperçu général de ces trois ordres :

- ✓ L'ordre des Zoraptera (Zorapterans) a été établi en 1913 par Silvestri, des plus petits et des moins connus des ordres d'insectes (Hubbar, 1990 ; Yin & *al.*, 2015), avec 40 espèces connues et 9 espèces fossiles dans une seule famille de Zorotypidae (Silvestri) (Yin & *al.*, 2015) et toutes appartenant au genre *Zorotypus* (Silvestri) et dont la plupart sont tropicales (Hubbar, 1990). Ces insectes se ressemblent aux insectes de Psocoptera et Blattodea, ils sont grégaires et vivent souvent dans des colonies de 150 individus (Engel, 2009). Les espèces de Zorapterans se nourrissent d'hyphes fongiques mais, apparemment, elles s'attaquent parfois à de très brefs arthropodes tels que les acariens (Ross, 2000).
- ✓ L'ordre des Embioptera est parmi les insectes les moins connus, il se trouve dans les régions les plus chaudes du monde, il a été indiqué que les forêts tropicales semblent être l'environnement primordial de cet ordre, où il présente une plus grande diversité, avec environ 400 espèces décrites (Ross, 1991 ; Ross, 2000 ; Gullan & Cranston, 2010). Ces habitats peuvent se trouver à la surface des arbres ou des roches, sous les roches, dans la litière de feuilles ou dans certains autres habitats dépendant du taxon (Edgerly, 1997). Généralement, les mâles matures sont souvent moins récoltés, car ils ne se trouvent généralement pas dans les domiciles de femelles et de nymphes, cela a rendu difficile l'étude d'Embioptera, car la plupart des caractères connus se trouvent dans la tête masculine (Miller & *al.*, 2012).
- ✓ Les Blattoptera (Dictioptera) contiennent plus de 4 500 espèces dans le monde. Ils sont parmi les plus anciens insectes ailés, les premiers fossiles datant du Carbonifère. La plupart des blattes sont tropicales et se trouvent dans une grande diversité d'habitats tels que les feuilles mortes ou en décomposition ou les arbres, les grottes, sous les pierres, dans les nids d'insectes sociaux. Moins de 1 % (30 espèces) sont associées à l'homme (Rasplus & Roques, 2010).

Malgré que l'ordre des Lépidoptères est parmi les 5 ordres supérieurs des insectes, mais nous avons enregistré une seule famille et deux espèces (**Tab. 20 et Fig. 5**). Kellil (2011) a noté une richesse importante en nombre de familles (7) et en espèces (8) pour cet ordre.

Il existe actuellement entre 150 000 et 160 000 espèces décrites de l'ordre des Lepidoptera, réparties en 120 à 124 familles (Gullan & Ceaston, 1999 ; Kristensen, 1999 ; Kristensen & *al.*, 2007 ; Gullan & Cranston, 2010), ce nombre d'espèces représente environ 17 % de la faune d'insectes connue dans le monde (Kristensen, 1999). Bien que la majorité d'entre elles sont phytophages en tant que larves (Kristensen, 1999 ; Dombroskie, 2011), quelques espèces se nourrissent de champignons, de lichens, de débris, de produits d'origine animale ou d'autres insectes. En raison de leur abondance et de leurs habitudes généralement phytophages, les

Lépidoptères peuvent jouer un rôle écologique très important et englober de nombreux ravageurs importants de l'agriculture et de la foresterie (Dombroskie, 2011).

1.2. Comparaison entre les familles les plus riches en espèces des trois ordres les plus dominants

Le **Tableau 21** représente une comparaison entre les familles les plus abondantes en nombre d'espèces qui ont des différents intérêts agricole et écologique pour les trois ordres 'Coléoptères, Hyménoptères et Diptères' dans notre étude et le travail de Kellil (2011). Nous constatons que l'ordre des Coléoptères englobe presque les mêmes familles, mais avec un nombre d'espèces différent. Les trois familles Carabidae, Curculionidae et Staphylinidae sont fréquentes en nombre d'espèces durant l'étude de Kellil (2011). Nous indiquons que les Carabidae représentent presque 3,25 fois la richesse en espèces que le notre, aussi les deux autres familles 'Curculionidae et Staphylinidae' sont notées avec une différence de 1,9 et de 2,2 fois respectivement (**Tab.21**). Cette différence pourrait être expliquée par la saison climatique et sa durée pendant l'application des techniques d'échantillonnage.

Malgré qu'il existe une grande différence entre les trois familles des Coléoptères 'Curculionidae, Staphylinidae et Carabidae', mais en Europe, ils restent les trois familles les plus hyperdiverses par rapport aux autres, avec un ensemble de plus de 4 500 espèces (Chapman, 2009). Dans ce même continent, les familles de Coléoptères qui occupent le plus grand nombre d'espèces sont Staphylinidés, Carabidés et Ténébrionidés (Dajoz, 2002). Nous notons également que selon la bibliographie ces trois familles contiennent des espèces bio-indicatrices de la diversité faunistique et des changements environnementaux, comme des prédatrices en lutte biologique et des nettoyeurs de la terre.

- ✓ Les Carabidae sont l'une des familles les plus communes et les plus abondantes, avec plus de 40000 espèces décrites dans le monde (Dajoz, 2002), et avec 1 000 espèces en France (Forel & Leplat, 2001). La diversité et l'augmentation de la richesse en carabes associées avec la richesse de la végétation (Kevan, 1999) et de la durée de la période de cette végétation (Maciejowski & Skalski, 2006), aussi le type et l'humidité du sol sont des facteurs d'influence majeure dans les communautés de cette famille (Eyre & *al.*, 2003). Ils sont donc considérés comme de bons indicateurs des changements environnementaux dans les agro-écosystèmes, car ils montrent différents degrés de sélectivité de l'habitat (Niemela, 1990 ; Eyre & *al.*, 2009). Les espèces de cette famille sont des prédatrices communes de nombreux insectes et autres invertébrés nuisibles (Kromp, 1999 ; Purtauf & *al.*, 2005), notamment les œufs de mouches, les chenilles et les vers fil de fer (Kromp, 1999). Les carabes prédateurs sont peu susceptibles d'être des

indicateurs utiles de Charançons phytophages (Maciejowski & Skalski, 2006). Ces informations confirment la richesse en deux taxons, Carabidae et Curculionidae dans l'étude de Kellil (2011).

De plus, les inventaires de Saouache & *al.* (2014) réalisés au bord du champ de céréales dans la station de l'ITGC d'El-Khroub sur les espèces de la famille des Carabidae révèlent la présence de 34, 19 et 24 espèces durant les trois années d'étude, 1998, 1999 et 2000 respectivement. Aussi, dans un champ de céréales (blé et orge) situé dans une région steppique au nord-est de l'Algérie durant deux cycles annuels 1998 et 1999, l'inventaire des carabidés a révélé la présence de 30 espèces (Ouchtati & Doumandji, 2014).

- ✓ Les Curculionidae (Charançons) constituent l'un des groupes d'organismes les plus divers, entre 51 000 et 60 000 espèces ont été décrites dans le monde entier (Anderson, 1995 ; Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999), et elle est divisée en 16 sous-familles (Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999). Les Charançons sont associés aux plantes, la plupart se nourrissent de plantes vivantes, mais certaines sont saprophages (Anderson, 1995). Ainsi quelques espèces sont utilisées dans la lutte biologique contre les mauvaises herbes envahissantes (Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999).
- ✓ La famille des Staphylinidae est le groupe le plus important de Coléoptères en Europe et le second plus riche au monde, avec plus de 46 000 espèces (Denux & Zagatti, 2010). Cependant, l'abondance de cette famille est associée à sa grande diversité, car ce groupe figure parmi les organismes les plus courants et les plus importants de la faune du sol et se retrouve dans presque tous les types d'écosystèmes (Bohac, 1999). Dajoz (2003) dénote que les Macroarthropodes du sol ont une taille de 2 mm de long (la plupart des Coléoptères et des Diptères), ils renferment quelques prédateurs, mais surtout de nombreux détritivores qui contribuent à la fragmentation de la matière organique et à sa décomposition.

En revanche dans notre cas, les trois familles Cantharidae, Coccinellidae et Chrysomelidae sont les plus riches en espèces par rapport aux données de Kellil (2011) (**Tab.21**). Nous présentons dans ce contexte quelques données de la bibliographie pour ces trois familles :

- ✓ Cantharidae englobe 5 sous-familles, 9 tribus, environ 150 genres et près de 5 700 espèces, qui se trouvent dans le monde entier, sauf dans la région antarctique (Kazantsev & Brancucci, 2007). Les cantharidés, connus sous le nom de téléphores en Europe, elles vivent sur le feuillage et les fleurs au stade adulte et se nourrissant d'insectes variés, de nectar et de pollen. Certaines espèces sont impliquées dans le contrôle naturel des populations de pucerons qui infestent les plantes, les arbustes et les arbres (Day & Tatman, 2006 ; Pelletier & Hébert, 2014), mais ils peuvent aussi attaquer d'autres groupes d'insectes (Pelletier & Hébert, 2014).

Les larves sont principalement carnivores dans le sol, comme dans les régions tempérées, ces larves sont généralement considérées comme des prédatrices principalement voraces dont la survie

dépend essentiellement de la disponibilité de proies de supère qualité (Bilde & *al.*, 2000). Ils se nourrissent généralement d'œufs, d'insectes adultes et larves, les gastéropodes et les vers de terre (Fiori, 1949 in Fanti & Pankowski, 2018 ; Ramsdale, 2002 in Pérez-Hernández, 2018). Les adultes et les larves possèdent des glandes tergaies appariées qui sécrètent des composés répulsifs tels que les diterpènes, les alcaloïdes et les acides qui servent à réduire leur palatabilité aux prédateurs (Ramsdale, 2002 in Pelletier & Hébert, 2014 ; Fanti & Vitali, 2017).

Malgré que la famille des Cantharidae est très diversifiée, mais Kellil (2011) a récolté une seule espèce "*Cantharis sp.*", alors que les 7 espèces recensées dans notre étude sont divisées en trois genres "*Cantharis, Malthinus et Rhagonycha*". Les larves et les adultes de *Cantharis* sont, au moins en partie de leur vie, carnivore et s'attaquent à plusieurs espèces d'invertébrés (Traugott, 2003 in Traugott, 2006). Ils contribuent donc aux ennemis naturels afin de lutter contre les ravageurs dans les systèmes agricoles et forestiers (Traugott, 2006).

- ✓ Chrysomelidae se compose presque de 36 000 espèces (Bouchard & *al.*, 2009). Les adultes se nourrissent principalement des plantes vertes (Jolivet & Verma, 2002 ; Linzmeier & Ribeiro-Costa, 2008), comme les feuilles, les fleurs, le pollen et les jeunes pousses, et leurs larves se nourrissent principalement de feuilles ou de racines (Jolivet & Verma, 2002). Jolivet & Hawkeswood (1995) dénotent que les espèces de chrysomélidés sont essentiellement des phytophages et préfèrent des plantes de plusieurs familles telles que : Solanacées, Cucurbitacées, Convolvulacées, Astéracées et Poacées. La plus grande abondance de chrysomélidés est enregistrée au printemps et en été, probablement en raison d'une plus grande disponibilité et d'une meilleure qualité de la nourriture. En effet, les auteurs ont indiqué que la photopériode et la température étaient les facteurs abiotiques qui influaient le plus sur la dynamique saisonnière de ce groupe (Linzmeier & Ribeiro-Costa, 2008).
- ✓ La famille des Coccinellidae comprend entre 4 200 et 6 000 espèces dans le monde (Iperti, 1999 ; Vandenberg, 2002), elle se compose de 7 sous-familles qui sont : Coccinellinae, Chilocorine, Scymninae, Coccidulinae, Ortalinae, Sticholotidinae et Epilachninae (Bouchard & *al.*, 2011). Environ 90 % d'espèces de cette famille sont des prédatrices entomophages et mycophages bénéfiques qui englobent les 6 premières sous-familles (Iperti, 1999 ; Vandenberg, 2002). En raison de leur nature prédatrice, les coccinelles 'adulte et larve' sont considérées comme des insectes utiles et sont utilisées comme des agents de lutte biologique efficaces contre différents insectes nuisibles (Woin & Wetzal, 1998 ; Iperti, 1999 ; Chinery, 1993 in Aslan & Uygun, 2005 ; Hodek & Honěk, 2009).

Nous signalons que dans nos résultats, les espèces de coccinelles sont fréquentes avec 2 fois de plus la richesse en espèces de Kellil (2011), malgré que les espèces de pucerons recensées dans ces deux études sont presque identiques 24 et 26 espèces respectivement. Aussi, le nombre d'espèces de pucerons ravageurs qui colonisent les céréales est le même (7 espèces). De plus, parmi les 10 espèces de coccinelles inventoriées, 7 espèces sont des aphidiphages et ces trois espèces *Exochomus (Exochomus) nigripennis*, *Psyllobora vigintiduopunctata* et *Sthetorus punctillum* sont respectivement coccidiphage, mycophage et acariphage.

D'après les auterus Hagen (1987) ; Gilliott (1995) ; Dixon (2000) ; Hodek & Honěk (2009), certaines espèces prédatrices de coccinelles se nourrissent des aleurodes, des fourmis, des larves de chrysomélidés, des cicadelles, des pentatomidés, de phylloxéra, des psylles, d'œufs et de minuscules larves d'autres insectes et aussi des espèces mycophages. Aussi, elles attaquent les acariens (Riddick & al., 2014). Gilliott (1995) a noté que si les sources normales de nourriture de ces espèces prédatrices sont rares, elles peuvent se nourrir d'autres choses, telles que les plantes, le miellat et le nectar. Nous pouvons justifier la richesse en espèces de ces trois familles dans notre cas par rapport à Kellil (2011) par l'échantillonnage de 23 variétés de céréales, et aussi l'étude s'est déroulée sur 3 printemps successifs.

Tableau 21 : Liste des familles les plus abondantes en nombre d'espèces des trois ordres les plus dominants dans notre cas et dans l'étude de Kellil (2011) aux Hautes plaines de l'est.

Ordres	Familles	Nombre d'espèces	
		Kellil (2011)	Présent travail
Coleoptera	Carabidae	26	8
	Staphylinidae	11	5
	Cantharidae	1	7
	Coccinellidae	5	10
	Tenebrionidae	6	5
	Scarabaeidae	12	11
	Chrysomelidae	9	14
	Curculionidae	17	9
Hymenoptera	Braconidae	2	8
	Halictidae	15	7
	Apidae	9	5
Diptera	Empididae	11	5
	Syrphidae	12	8
	Calliphoridae	10	3
	Tachinidae	9	2

Concernant les espèces des deux familles Scarabaeidae et Tenebrionidae, elles sont presque identiques dans ces deux travaux. Nous avons enregistré la différence d'une seule espèce de plus pour chacune dans les résultats de Kellil (2011) (**Tab.21**).

Kellil (2011) a présenté dans la liste systématique les deux familles séparées (Scarabaeidae avec 12 espèces et Cetonidae avec 5 espèces), mais dans le présent travail, nous avons regroupé ces deux familles dans une seule qui est Scarabaeidae avec 11 espèces. De plus, nous avons inventorié une seule espèce coprophage '*Onthophagus sp.*' par rapport à Kellil (2011) qui a signalé 8 espèces.

- ✓ La famille des Scarabaeidae est la plus grande famille d'insectes, elle contient plus de 30 000 espèces dans le monde (Fincher & al., 1981). Elles comprennent à la fois les insectes utiles et les insectes nuisibles. Les scarabées coprophages généralement connus sous le nom des bousiers (Chandra, 2000), jouent un rôle important dans l'assainissement de la nature en se nourrissant de fumier qui entre dans le recyclage des matières organiques (Chandra, 2000), dispersion des semences (Davis & Sutton, 1998), et les insectes phytophages communément appelés hannetons sont nuisibles des cultures agricoles, les plantations et les forêts (Chandra, 2000). Les espèces ténébrionidés sont notées comme des nécrophages dans ces deux études.
- ✓ Les Tenebrionidae sont principalement composés d'espèces saprophages. De nombreuses espèces sont xérophiles ou thermophiles, ce qui explique leur prédominance dans les zones à climat chaud et leur faible représentation dans les zones plus tempérées (Dajoz, 2002).

Concernant l'ordre des Hyménoptères, les deux familles Halictidae et Apidae sont dominantes en nombre d'espèces chez Kellil (2011) par rapport à notre étude où nous avons enregistré l'abondance de la famille des Braconidae avec 6 espèces en plus (**Tab.21**). Pour les espèces phytophages de type pollinisatrices des deux familles des Apoïdes, nous avons recensé 15 espèces (**Tab.20**), en revanche Kellil (2011) a dénombré le double de nos espèces. Cette dernière richesse pourrait être expliquée par une diversité des espèces végétales spontanées dominantes pendant les 7 mois d'étude et aussi l'échantillonnage durant les 03 mois de printemps (mars, avril et mai).

- ✓ Les Hyménoptères, en particulier le groupe Apoidea, sont les pollinisateurs les plus importants dans les écosystèmes naturels et agricoles (Neff & Simpson, 1993) et sont étroitement liés à l'évolution et à la diversification des angiospermes (Bawa, 1990). Cette super-famille comporte environ 16 000 à 20 000 espèces d'abeilles décrites dans le monde et placées dans 1197 genres et sous-genres (Michener, 2000 ; Vaissière, 2002) et plus de 2000 espèces en Europe (Sharkey, 2007).
- ✓ Les Braconidés se composent d'environ 17 000 espèces reconnues (Yu & al., 2005 in Libert & Henrard, 2012), cette famille représente comme une deuxième famille de mégadivers avec près

de 3 500 espèces européennes (Rasplus & *al.*, 2010). La grande majorité des espèces de Braconidae sont parasitoïdes (Townsend & *al.*, 2008). Certains des groupes de braconidés sont les parasitoïdes larvo-nymphal koïnobiontes, d'autres sont des ectoparasitoïdes idiobiontes (Rasplus & *al.*, 2010).

Les quatre familles de l'ordre des Diptères 'Syrphidae, Empididae, Calliphoridae et Tachinidae' signalées par Kellil (2011) sont plus abondantes en nombre d'espèces par rapport au présent cas (**Tab. 21**). Selon les données bibliographiques les deux premières familles jouent un rôle considérable dans la lutte biologique comme des espèces prédatrices, les larves dans le cas des Syrphidae et les adultes pour les Empididae. En revanche, les adultes de Syrphidae sont des polliniteurs et les larves d'Empididae sont des nécrophages ou prédatrices des invertébrés.

- ✓ La famille des Syrphidae (mouches des fleurs) se compose d'environ 6 000 espèces (Thompson & Rotheray, 1998 ; Ssymank & *al.*, 2008 ; Merritt & *al.*, 2009; Khaghaninia & *al.*, 2010), entre 200 à 300 genres (Ssymank & *al.*, 2008 ; Gutierrez & *al.*, 2005). Cette famille est divisée en 3 sous-familles : Microdontinae, Eristalinae et Syrphinae (Thompson & Rotheray, 1998 ; Nishida & *al.*, 2002). Cette dernière sous-famille contient 177 genres et d'environ 1 800 espèces qui sont presque toutes prédatrices des pucerons (Nishida & *al.*, 2002), leurs larves sont prédatrices des Homoptères à tégument mou, principalement des pucerons (Sarhou, 1996), et des cochenilles et des psylles (Schneider, 1953). La plupart des espèces de syrphidés adultes sont floricoles, elles sont fréquemment des visiteurs des fleurs, elles jouent probablement un rôle majeur dans la pollinisation (Gilbert, 1986 ; Thompson & Rotheray, 1998 ; Ssymank & *al.*, 2008 ; Khaghaninia & *al.*, 2010), et elles se nourrissent de pollen et de nectar, tous les deux sont nécessaires à la maturation des gonades des femelles et des mâles adultes (Gilbert, 1986). Les femelles préfèrent le pollen, parce qu'il est une source de protéines et d'acides aminés. Le nectar est utilisé comme source d'énergie surtout pour les espèces de grande taille (Gilbert, 1986).
- ✓ La famille des Empididae est composée de 3 000 à 4 000 espèces présentant un large éventail de tailles et de formes (Kraemer & *al.*, 2005 ; Scudder & Cannings, 2006). La majorité des adultes sont prédateurs d'autres insectes (Kraemer & *al.*, 2005 ; Scudder & Cannings, 2006 ; Sinclair & Cumming, 2006). Ces prédateurs attrapent leurs proies soit sur un substrat solide (sol, surface de feuilles), flottant à la surface de l'eau ou en vol (Deletire & *al.*, 1998). Les adultes peuvent être trouvés sur les arbres, dans la végétation, ou à la surface de l'eau et des milieux humides (Kraemer & *al.*, 2005; Scudder & Cannings, 2006). Presque toutes les larves d'empididés sont prédatrices des invertébrés (Duviard & Blanchet, 1983 ; Cumming, 1994 ; Deletire & *al.*, 1998 ; Vaillant & Gagneur, 1998 ; Kraemer & *al.*, 2005 ; Scudder & Cannings, 2006), elles sont

largement répandues dans les sols humides ou secs, et certaines existent dans les deux types de sols (Duviard & Blanchet, 1983). Aussi, quelques larves se trouvent dans le bois en décomposition (Oosterbroek, 2007 ; Wagner & *al.*, 2008), et sur la litière (Vaillant & Gagneur, 1998 ; Kraemer & *al.*, 2005 ; Scudder & Cannings, 2006).

Une grande différence a été signalée pour les deux familles Calliphoridae et Tachinidae qui forment le triple du nombre d'espèce dans Kellil (2011) que le notre (**Tab. 21**). La littérature, nous donne quelques renseignements sur ces deux familles :

- ✓ La famille des Calliphoridae comprend d'environ 1 500 espèces et plus de 150 genres dans le monde (Merritt & *al.*, 2009 ; Pape & *al.*, 2011), elle se divise en 14 sous-familles (Kutty & *al.*, 2010). Les adultes de certaines espèces peuvent avoir un impact sur la santé humaine, agissant en tant que vecteurs de pathogènes (Rognes, 1991). Quelques espèces de calliphoridés sont élevées dans le commerce pour être utilisées comme pollinisatrices de cultures, y compris de nombreuses espèces de plantes comme le tournesol, l'ail, la laitue, le poivron, et d'augmenter la production de la tomate et de poivron en serres (**Site 2**). Les milieux de reproduction sont extrêmement divers et comprennent des cadavres de vertébrés, des tissus nécrotiques, en se déposant sur les matières fécales, la viande fraîche et cuite, les produits laitiers (Rognes, 1991 ; Sze & *al.*, 2008), des plaies de vertébrés vivants, du sang sucé des oiseaux nicheurs, des vers de terre, des escargots vivants et morts (Sze & *al.*, 2008). Les quatre genres *Calliphora*, *Cochliomyia*, *Lucilia*, *Phaenicia* sont cosmopolites et sont attirées par la chair en décomposition et peuvent sentir l'odeur chimique de décomposition de tous les types de carcasses de vertébrés dans les minutes qui suivent la mort (Merritt & *al.*, 2009).
- ✓ Tachinidae englobe environ 9 600 à 10 000 espèces décrites dans le monde entier (Irwin & *al.*, 2003 ; Merritt & *al.*, 2009), avec environ 1520 genres (O'Hara, 2012). À cet égard, ils sont classés les deuxièmes après les Hyménoptères parasites, notamment les deux super-familles Ichneumonoidea et Chalcidoidea, par leur diversité et leur importance écologique en tant que parasitoïdes d'insectes (Grenier, 1988). En raison de leur prédominance en tant que parasitoïdes du stade larvaire des Lépidoptères (Merritt & *al.*, 2009) et d'autres grands groupes d'insectes phytophages comme : Heteroptera, Pentatomidae, Scarabaeidae, Chrysomelidae, Symphyta (Grenier, 1988 ; Stireman & *al.*, 2006), les tachinidés jouent souvent un rôle important dans la régulation des populations et la structuration des communautés écologiques (Grenier, 1988).

D'après l'analyse du **Tableau 21**, nous concluons que malgré la réalisation de notre étude dans la même région de Kellil (2011) qui est les Hautes plaines de l'est, et avec le même protocole expérimentale, les mêmes techniques d'échantillonnage, et dans l'ensemble sur les mêmes plantes de céréales (blé dur, blé tendre et orge). Mais l'effet de la période

d'échantillonnage qui coïncide avec la durée de la saison climatique, surtout le cas des 3 mois du printemps dans le travail de Kellil (2011) reflète une grande richesse en espèces pour 11 familles des 3 ordres étudiés. Alors que pour nous la période d'échantillonnage est réalisée dans 3 printemps successifs, avec une durée entre un mois et demi à 2 mois, et ainsi 23 plantes hôtes consultées, seulement 4 familles signalées fréquentes en nombre d'espèces des deux ordres, Coléoptères et Hyménoptères.

Savard (1991) indique que l'entomofaune d'un territoire donné peut être connue d'après les résultats combinés des activités de récolte, de dénombrement ou d'échantillonnage scientifique. Aussi, l'interprétation des données résultant de ces activités de prélèvement d'organismes et d'acquisition de connaissances présentes cependant des limites propres à chacune des approches et techniques employées.

1.3. Détermination du statut trophique de l'inventaire global

1.3.1. Comparaison entre des statuts trophiques dans différents agro-écosystèmes céréaliers

A partir du **Tableau 22**, nous avons ressorti quelques chiffres montrant l'importance des différents statuts trophiques, afin de mieux cerner le rôle de ces espèces dans les agro-écosystèmes céréaliers, notamment par la connaissance de leur place dans la chaîne et les réseaux trophiques. Les insectes sont nombreux, variés et importants sur le plan économique (Samways, 1994). Cette diversité des espèces d'insectes est un facteur important dans l'équilibre des conditions environnementales (Yi & *al.*, 2012). Potentiellement, ils sont très révélateurs des changements environnementaux par une adaptation étroite à leur environnement. Ils représentent la majorité des maillons de la chaîne alimentaire communautaire (Stork & Gaston, 1990).

Cette répartition (**Tab.20 et 22**) prend en considération le type du statut trophique des états adultes bien que dans la nature il n'y a pas une spécialisation trophique absolue. Ainsi pour certains groupes comme les prédateurs et les parasitoïdes, le régime alimentaire est déterminé selon le rôle de ces groupes dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles dans les écosystèmes tels que : les Syrphes et les Hyménoptères parasitoïdes, dans ce cadre là soit l'état de l'agent de lutte larve ou adulte.

Afin d'avoir une idée sur l'importance du statut trophique de notre inventaire, nous avons effectué une comparaison avec deux inventaires réalisés sur les céréales (blé dur, blé tendre et orge) dans l'Est algérien (**Tab. 22**).

Tableau 22 : Comparaison entre les différentes catégories trophiques des espèces recensées sur l'ensemble des cultures céréalières étudiées dans notre cas et avec deux autres inventaires réalisés à l'Est algérien.

Auteurs	Chaabane (Batna 1993)		Kellil (Hautes plaines 2011)		Présent travail	
Statut trophique	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)
Phytophages	62	64,58	235	48,85	170	53,96
Prédateurs	14	14,58	84	17,46	37	11,74
Parasitoïdes	6	6,25	16	3,32	29	9,21
Nécrophages	5	5,21	27	5,61	13	4,12
Omnivores	6	6,25	103	21,41	65	20,63
Coprophages	3	3,13	16	3,32	1	0,31

Nous estimons que les espèces phytophages représentent le pourcentage le plus élevé par rapport aux autres catégories dans les trois inventaires. Nous avons compté 170 espèces couvrant un taux de 53,96 % par rapport aux résultats de Kellil (2011) qui a noté 48,85 %, malgré qu'il a été signalé une richesse en nombre d'espèces phytophages plus élevée par rapport à notre cas, avec 65 espèces de plus (**Tab.22**). Aussi, le pourcentage est grand (64,58 %) de cette catégorie dans l'étude de Chaabane (1993), mais le nombre d'espèce est inférieur (62 espèces) par rapport à Kellil (2011) et nos résultats avec 3,8 à 2,74 fois respectivement (**Tab. 22**). Bernays (2009) a noté que les insectes phytophages sont très diversifiés et le nombre total d'espèces est au moins de 500 000, et cela représente environ 25 % des cas connus d'animaux pluricellulaires.

Les espèces omnivores et les espèces prédatrices sont assez bien représentées dans ces trois études, le présent cas et aussi Kellil (2011) révèlent respectivement que les pourcentages des omnivores (20,63 et 21,41 %) sont supérieurs de celles des prédateurs (11,74 et 17,46 %), mais nous observons le contraire dans l'étude de Chaabane (1993) avec 14,58 % des prédateurs et 6,25 % des omnivores.

Le nombre de parasitoïdes sont important dans nos résultats avec 29 espèces (9,21 %), alors que cette catégorie dans les deux autres études est moins fréquente avec 6,25 % dans Chaabane (1993) et 3,32 % dans Kellil (2011). Selon les estimations de Godfray (1994) ; Quicke (1997), les parasitoïdes représenteraient entre 8 et 20 % des espèces d'insectes décrites.

Le pourcentage des nécrophages est presque semblable dans ces trois études, les valeurs sont entre 4,12 et 5,61 %, mais Kellil (2011) a enregistré que le nombre d'espèces est de 27, ce qui représente deux fois les espèces dans nos résultats et de 5,4 fois dans l'étude de Chaabane (1993).

Gullan & Cranston (1999) ont indiqué que les espèces prédatrices, parasitoïdes et nécrophages sont des espèces clés dans leurs agro-écosystèmes. Chaque espèce d'insectes fait partie d'un ensemble plus vaste et, si elle est perdue, la complexité et l'abondance des autres organismes risquent d'être affectées.

Les coprophages représentent le pourcentage le plus faible par rapport à toutes les autres catégories dans ces trois études, avec 0,31 % pour nos données, alors que pour les deux autres études de 1993 et 2011, ils ont presque la même valeur entre 3,13 à 3,32 % respectivement (**Tab.22**). Malgré que Kellil (2011) a recensé une richesse spécifique importante de 16 espèces coprophages, mais il a signalé un pourcentage faible. Il y a environ 4 500 espèces de bousier dans le monde entier, dont 2 000 espèces se produisent en Afrique et environ 800 espèces en Afrique du Sud (**Site 3**) Parmi les espèces coprophages, les bousiers jouent un rôle important, on estime que la moitié des bouses est recyclée dans l'humus et fournit de l'azote au sol, et que l'autre moitié constitue le point de départ des chaînes alimentaires comprenant environ deux tiers de coprophages et un tiers de prédateurs (Dajoz, 2003).

D'après l'analyse des résultats du **Tableau 22**, ces trois études présentées ont enregistré l'existence de six catégories trophiques. Cette diversité pourrait être expliquée par la variation de la composition des pièces buccales, le type de la digestion et l'absorption des aliments au niveau du tube digestif pour chaque groupe d'insectes, et aussi la diversité des ressources d'alimentations, soit dans ces agro-écosystèmes, soit autour d'eux. Beaumont & Cassier (1983) dénotent que la diversité des régimes alimentaires est posée par des problèmes adaptatifs : structure et fonctionnement des pièces buccales, divisions structurale et fonctionnelle du tube digestif, équipement enzymatique et comportement général lié à la recherche de la nourriture.

Aussi, nous constatons que les espèces phytophages représentent la catégorie qui occupe la première place avec un taux de 50 %, et les 50 % restant englobent les cinq autres catégories. De plus, le classement de ces catégories est le même pour nous et Kellil (2011). Wilson (1987) a signalé que les insectes remplissent un grand nombre de fonctions importantes dans notre écosystème. Ils pollinisent les fleurs, contrôlent les insectes et les plantes nuisibles, ils décomposent également les matières mortes, réintroduisant ainsi des nutriments dans le sol, ils aèrent le sol et enfin, tous les insectes fertilisent le sol avec les nutriments contenus dans leurs fientes.

1.3.2. Détermination des statuts trophiques suivant les ordres

Dans cet élément (**Tab. 23**), nous donnons l'importance aux ordres qui englobent une grande diversité des statuts trophiques, avec des taux enregistrés pour chaque catégorie. Aussi, présenter une idée sur l'existence des taxons indicateurs de la diversité de nos espèces dans les agro-écosystèmes céréaliers étudiés. Bhargava (2009) dénote que les bio-indicateurs sont des organismes

utilisés pour caractériser la santé des écosystèmes. L'un des principaux objectifs de la recherche sur les bio-indicateurs est d'identifier des espèces ou d'autres unités taxonomiques qui indiquent de manière fiable les perturbations de l'environnement et reflètent les réactions d'autres espèces ou de la biodiversité en général.

D'après les **Tableaux 20 et 23**, l'ordre des Coléoptères est le plus riche en espèces, il occupe la première place suivant le nombre et les taux d'espèces des quatre catégories trophiques respectivement, coprophages (1 espèce, 100 %), prédateurs (20 espèces, 54,05 %), nécrophages (6 espèces, 46,15 %) et phytophages (61 espèces, 35,88 %).

Les Coléoptères ne sont pas seulement riches en espèces, mais aussi ils sont extrêmement riches en ce qui concerne la diversité de la taille, la forme, et des stratégies écologiques (Sorensson, 1997). La composition des Coléoptères dans chaque environnement varie en fonction des besoins, du niveau trophique et du comportement de chaque groupe (Nouhuys, 2005). La présence et l'état des Coléoptères fournissent des informations plus précises sur la santé de l'écosystème, car leur comportement est directement lié à la modification du paysage induite par l'homme, sous la forme de champs agricoles, de plantations et d'urbanisation (Bhargava, 2009). Les insectes de cet ordre jouent un rôle important dans la décomposition, le cycle des éléments nutritifs, la pollinisation, la dispersion des graines (Costa, 2000) et le contrôle des autres populations animales (Gillioott, 1995 ; Costa, 2000 ; Müller & *al.*, 2008 ; Gullan & Cranston, 2010).

Nous notons également l'ordre des Diptères qui enregistre aussi la présence des quatre statuts, le taux le plus élevé est noté par les omnivores (28 espèces, 43,08 %) par rapport aux Coléoptères (21 espèces, 32,31 %), et ainsi les nécrophages (5 espèces, 38,46 %) et les prédateurs (8 espèces, 21,62 %) marquent la deuxième position après les Coléoptères (**Tab.20 et 23**). Ainsi, les phytophages dans cet ordre sont présentes avec (19 espèces, 11,18 %), mais la majorité de ces espèces sont des floricoles. Nous pouvons dire que la plupart des espèces de Diptères sont des visiteurs de plantes malgré qu'elles ne soient pas de vraies espèces phytophages, car même les omnivores, les prédateurs et les nécrophages réalisent ce genre de visites, mais ces visites existent pour plusieurs raisons.

La principale raison de ces visites étant la nourriture, parce que le nectar constitue une bonne source d'énergie et les protéines de pollen sont essentielles à la reproduction d'au moins certaines espèces de mouches. Les fleurs peuvent aussi fournir des sites de rendez-vous spécifiques aux espèces pour l'accouplement (Kearns, 2002 ; Kevan, 2002). De plus, certaines mouches des fleurs appartiennent aux groupes des Diptères, elles jouent un double rôle dans les agro-écosystèmes, en

tant que pollinisatrices et agents de lutte biologique (Smith & Chaney, 2007 ; Ssymank & al., 2008). Les Diptères ont probablement été parmi les premiers pollinisateurs importants d'angiospermes (Endress, 2001), au moins 71 familles de Diptères contiennent des mouches pollinisatrices visitant régulièrement les fleurs de presque 555 espèces de plantes (Larson & al., 2001) et plus de 100 plantes cultivées (Mitra & Banerjee, 2007). Ssymank & al. (2008) concluent que les Diptères sont des contributeurs majeurs au maintien de la diversité végétale par leur participation à de nombreux systèmes et réseaux de pollinisation.

Tableau 23 : Pourcentage (%) de chaque catégorie trophique trouvée selon les ordres d'insectes inventoriés dans les céréales des Hautes plaines.

Ordres	Phytophages (%)	Prédateurs (%)	Parasitoïdes (%)	Nécrophages (%)	Omnivores (%)	Coprophages (%)
Zoraptera	0	0	0	7,69	0	0
Embioptera	0	0	0	7,69	0	0
Orthoptera	10	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	3,08	0
Dictioptera	0	0	0	0	1,54	0
Thysanoptera	2,35	0	0	0	1,54	0
Homoptera	20,59	0	0	0	0	0
Heteroptera	6,47	5,41	0	0	7,69	0
Coleoptera	35,88	54,05	0	46,15	32,31	100
Neuroptera	0	5,41	0	0	0	0
Hymenoptera	12,35	13,51	100	0	10,77	0
Lepidoptera	1,18	0	0	0	0	0
Diptera	11,18	21,62	0	38,46	43,08	0

Les espèces parasitoïdes existent uniquement dans l'ordre des Hyménoptères avec 29 espèces (100 %), suivies par les prédateurs avec 5 espèces (13,51 %), les deux autres catégories omnivores et phytophages ont des pourcentages assez proches (**Tab.20 et 23**).

Les types fonctionnels des espèces d'Hyménoptères (phytophages, parasitoïdes, prédateurs, pollinisateurs, cleptoparasitoïdes et omnivores) sont énumérés parmi les grandes catégories des taxons (LaSalle & Gauld, 1991 in Grissell, 1999). A titre d'exemple, en Europe, le nombre total d'espèces d'Hyménoptères décrit est d'environ 16 000, 13 595 (85 %) sont des parasitoïdes ou des prédateurs et seulement 2395 sont des espèces phytophages (Ulrich, 1999 a). Ces guêpes parasitoïdes des Hyménoptères servent comme des indicateurs de diversité ; c'est-à-dire qu'ils sont les substituts d'une plus grande diversité d'organismes en fonction de leurs insectes hôtes et à leur

tour, des plantes de leurs hôtes (Grissell, 1999). Ainsi, les guêpes prédatrices solitaires et sociales de cet ordre se nourrissent d'autres insectes. De nombreuses guêpes solitaires servent d'indicateurs de diversité parce qu'elles sont des prédatrices relativement spécifiques à l'hôte, elles peuvent être utilisées comme substituts pour indiquer la diversité des groupes de proies au niveau de la famille ou de façon générale (Grissell, 1999).

Les phytophages sont signalés en deuxième classe dans l'ordre des Homoptères avec 35 espèces et 20,59 %, suivis par les Hyménoptères, les Diptères et les Orthoptères avec des valeurs presque identiques 12,35 ; 11,18 et 10 % (**Tab.20 et 23**). Les Homoptères ont des pièces buccales type piqueur /suceur et se nourrissent en retirant la sève des plantes vasculaires (Meyer, 2005 ; Gullan & Cranston, 2010). Dans la plupart des espèces Homoptères, une partie du système digestif est modifiée en une chambre de filtration, cette structure permet aux insectes d'ingérer et de traiter de grands volumes de sève végétale. L'eau en excès, les sucres et certains acides aminés ne passent pas dans l'intestin moyen et sont directement envoyés vers l'intestin postérieur pour être excrétés sous forme de miellat. Seul un petit volume de sève filtrée passe à travers l'intestin moyen pour la digestion et l'absorption (Meyer, 2005).

Dans notre cas, nous avons signalé 21 espèces phytophages des Hyménoptères, parmi ces espèces, 15 espèces sont des 'abeilles floricoles et pollinisatrices' (**Tab.20**). En générale, les Hyménoptères adultes se nourrissent de pollen ou de nectar alors que seules les larves sont des phytophages (Bernays, 2009), mais les abeilles mellifères sont également des espèces pollinisatrices importantes sur le plan économique, de même que les prédateurs et les parasites des espèces phytophages (Farha-Rehman & *al.*, 2010).

Les 17 espèces inventoriées de l'ordre des Orthoptères sont des phytophages qui utilisent une vaste gamme des ressources végétales à l'aide des pièces buccales bien développées pour couper et broyer les aliments (**Tab.20**). Les Orthoptères dans la plupart des cas, ils sont classés comme des phytophages polyphages et leur présence dans un habitat dépend principalement de la structure physique, du microclimat et de la végétation de l'habitat (Szövényi, 2002 ; Blanchet & *al.*, 2012). Quelques espèces d'Orthoptères (sauterelles et acridiennes) qui se nourrissent uniquement d'herbes ont des mandibules hautement spécialisées avec des parties incisives permettant de couper à travers les veines parallèles et des parties molaires pour le meulage difficile des tissus (Bernays, 2009). Ainsi, les sauterelles pondent généralement dans le sol, de sorte que les stades nymphaux doivent sélectionner la ressource végétale, ces espèces ont un mode de reproduction 'hémimétabole', c'est-à-dire les stades nymphal et adulte ont généralement des habitudes alimentaires similaires (Bernays, 2009).

Trois catégories sont notées dans l'ordre des Hétéroptères, les omnivores (7,69 %) sont les plus dominantes que les prédateurs et les phytophages qui ont presque le même pourcentage (**Tab.20 et 23**). Les Hétéroptères constituent en effet un groupe d'insectes divers et complexe. Ils vivent sur plusieurs différents habitats (terrestres, aquatiques et en association avec d'autres insectes et araignées) (Panizzi & Grazia, 2015). Selon les mêmes auteurs le type de nourriture, ils ont divisé les Hétéroptères en phytophages qui s'alimentent de graines, des fruits, des feuilles et des racines, des prédateurs d'autres insectes et arthropodes et des hématophages qui se nourrissent du sang de vertébrés.

Les sept ordres suivants sont caractérisés par une seule catégorie, avec un nombre d'espèces ne dépassent pas 4, à l'exception des Thysanoptères. Les Zoraptères et les Embioptères sont des nécrophages avec la même valeur de 7,69 %, les Dermaptères, les Dictyoptères et les Thysanoptères représentent les omnivores (3,08 ; 1,54 et 1,54 %) respectivement. Les phytophages existent chez les Thysanoptères et les Lépidoptères avec 4 et 2 espèces respectivement. Enfin, les Neuroptères signalés comme des prédateurs, ils ont un taux de 5,41 %, c'est le même taux des prédateurs Hétéroptères (**Tab.20 et 23**).

Nous constatons après l'interprétation du **Tableau (23)**, les conclusions suivantes :

- ✓ Les espèces de Coléoptères sont des phytophages par excellence, suivies par les Homoptères. Selon Bernays (2009), les plantes vertes sont consommées par une ou plusieurs espèces d'insectes phytophages. En effet, il existe des différences majeures qui se produisent entre les ordres dans la manière dont les plantes hôtes sont sélectionnées suivant les formes de vie des espèces (larve, adulte) qui exploitent ces plantes. Il existe des espèces d'insectes phytophages dans la plupart des ordres d'insectes, mais cette richesse en espèces est différente d'un ordre à un autre, y compris les Lepidoptera (99 %), les Orthoptera (95 %), les Heteroptera (90 %), les Coleoptera (35 %), les Diptera (29 %) et les Hymenoptera (11 %) (Bernays, 2009).
- ✓ Une seule espèce coprophage des Coléoptères et de la famille Scarabaeidae a été signalée, malgré que les agro-écosystèmes céréaliers étudiés soient entourés par des fermes pilotes réservées à l'élevage des bovins. Les Coléoptères du fumier (Coleoptera, Scarabaeidae) ont été utilisés avec succès pour réduire les populations de mouches nuisibles et de vers parasites se reproduisant dans le fumier de bétail (Brown & al., 2010).
- ✓ L'ordre des Coléoptères qui occupe toujours la première place même pour la catégorie des prédateurs, est suivi par les Diptères et les Hyménoptères, mais les deux ordres, Hétéroptères et Neuroptères sont uniquement présentés par deux espèces pour chacun. Boivin (2001) enregistre des espèces prédatrices de façon importante chez les Hémiptères, les Coléoptères, les Diptères et les Hyménoptères.

- ✓ L'ordre des Hyménoptères est le seul qui englobe des espèces parasitoïdes. D'après LaSalle & Gauld (1991) in Grissell (1999), une estimation approximative de la fonction trophique des espèces Hyménoptères confirme qu'au moins 50 % (60 000 par rapport à 115 000 espèces décrites dans le monde) ont un comportement parasitoïde réel (parasites sociaux), de plus, ils ont rapporté que les Hyménoptères prédateurs et parasitoïdes représentent dans l'ensemble près de 60 % de la prédation d'insectes par d'autres insectes. Ces parasitoïdes s'imposent sur la structure et la richesse aux communautés et peuvent favoriser le maintien de leur stabilité (Freeland & Boulton, 1992).

1.4. Analyse de l'inventaire selon les cultures céréalières étudiées

Dans la région des Hautes plaines, nous estimons que la richesse spécifique totale (S) des espèces inventoriées pour chacune des trois cultures céréalières blé dur, blé tendre et orge est de 288, 199 et 170 espèces respectivement (**Tab.20**). En revanche, dans la même région d'étude, Kellil (2011) a noté une riche spécifique totale (S) pour ces mêmes cultures, 284 espèces pour le blé dur, 329 espèces dans le blé tendre et 285 espèces sur l'orge. La richesse en espèces en particulier est un paramètre de plus en plus importante dans l'évaluation de la conservation (Usher, 1986 in Coscaron & *al.*, 2009). Les plantes sont une bonne source de récoltes des insectes, chaque plante attire des espèces particulières (Borror & White, 1999).

La comparaison entre les résultats de notre travail avec les données de Kellil (2011) révèle la présence presque du même nombre d'espèces entre les deux cultures de blé dur, malgré que le nombre de variétés de cette culture est de 10 dans la présente étude qui sont réparties en 32 micro-parcelles durant les trois années d'étude, mais seulement une seule variété distribuée en deux micro-parcelles durant la campagne agricole 2007/2008. Par contre la richesse (S) en nombre d'espèces pour les deux autres cultures, blé tendre et orge a une grande distinction dans ces deux études, nous enregistrons une différence de 130 espèces dans la culture de blé tendre et 115 espèces pour la culture d'orge.

Nous concluons que l'inventaire de Kellil (2011) est plus riche en nombre d'espèces que le nôtre pour ces deux dernières cultures, malgré qu'il a été échantillonné une seule variété pour chaque culture qui représente deux micro-parcelles pour chacune. Mais dans notre cas, nous avons examiné 9 variétés pour le blé tendre et 4 variétés pour l'orge qui donnant un total de 26 et 9 micro-parcelles respectivement. Cette richesse pourrait être expliquée par le recensement de plusieurs espèces une seule fois avec un seul individu dans les trois cultures, blé dur (100 espèces), blé tendre (92 espèces) et orge (109 espèces), par contre le nombre des espèces qui contient un seul individu

est moins fréquent dans notre étude, 56 espèces sur le blé dur, 58 espèces dans le blé tendre et 49 espèces pour l'orge.

Durant les trois années d'étude, nous avons enregistré un effectif total de 38.785 individus pour l'ensemble des trois cultures. Par contre Kellil (2011) a signalé un nombre d'individus de 19.664 dans l'ensemble des cultures céréalières étudiées (blé dur, blé tendre, orge et orge traitée). Pour le nombre d'effectif total, nous avons noté le contraire, car le nombre d'individus dans notre cas est presque le double (1,97 fois) que le nombre d'individus de l'étude de Kellil (2011).

La distinction entre les deux inventaires à l'échelle de nombre d'individus indique que notre étude est plus abondante en cet aspect, parce que nous avons échantillonné les données dans deux zones d'étude (Sétif et El-Khroub) avec 34 et 27 micro-parcelles respectivement. En revanche, Kellil (2011) a échantillonné respectivement 4 et 3 micro-parcelles dans ces deux mêmes zones.

Selon les données de quelques inventaires réalisés en Algérie et à l'étranger, nous présentons les résultats de ces recensements afin d'avoir une image sur l'entomofaune dans les agro-écosystèmes céréaliers :

- ✓ Chaabane (1993) a inventorié 73 espèces sur le blé dur, 74 espèces pour le blé tendre et 72 espèces dans la culture d'orge.
- ✓ Nous notons également que les deux études réalisées à Alger par Mohand-Kaci (2001) et par Berchiche (2004) sur la culture de blé tendre montrent la présence de 182 et 98 espèces d'insectes respectivement
- ✓ Hadj-Zouggar (2014) a enregistré une richesse spécifique de 76 et 66 espèces respectivement dans la culture de blé dur et d'orge.
- ✓ En Nouvelle-Zélande, dans un inventaire réalisé sur les cultures de blé et d'orge, ils ont recensé 106 et 95 espèces respectivement (Bejakovich & *al.*, 1998).
- ✓ Gallo & Pekār (1999) ont réalisé un inventaire sur le blé en Slovaquie pendant trois années, ils ont recensé 64 espèces réparties en 37 et 27 taxons d'insectes nuisibles et d'ennemis naturels respectivement.
- ✓ Dans une parcelle de blé au Pakistan, Talat & *al.* (2010) signalent une richesse totale de 133 espèces et un effectif de 9 117 individus.
- ✓ Au Pakistan, dans une parcelle de blé associée avec leurs espèces de mauvaises herbes, Abbas & *al.* (2014) ont collecté 4228 individus de macro-invertébrés. Ces espèces appartenant aux Arthropodes (92,41 %) et aux Mollusques (7,59 %). Ils ont été enregistrés, avec 49 espèces d'insectes, distribués en 26 familles et en 41 genres.

Selon les données des taxons dans le **Tableau 20 et Figure 6 (A, B, C)**, nous observons que le nombre d'ordres est de 13, 11 et 10 dans les trois cultures de blé dur, de blé tendre et d'orge respectivement. En revanche, le nombre d'ordres dans l'étude de Kellil (2011) pour ces trois cultures respectivement est de 11, 12 et 13. Nous constatons que ces deux inventaires ont presque les mêmes ordres pour ces trois cultures. De plus, dans les deux études réalisées sur les insectes du blé au Pakistan, Talat & *al.* (2010) ; Abbas & *al.* (2014) ont recensés 7 ordres d'insectes pour chacune. Les travaux de Malschi (2007 et 2009) et Malschi & *al.* (2015) en Roumanie signalent l'existence de 5 ordres dans les parcelles de blé. Ainsi, au nord de la Bulgarie, Zhekova (2016) a enregistré 9 ordres d'insectes sur le blé et l'orge.

L'ordre des Coléoptères est le plus dominant en nombre de familles, de genres et d'espèces dans les trois cultures céréalières respectivement, blé dur (29 ; 70 et 99), blé tendre (26 ; 48 et 60) et orge (22 ; 33 et 50) (**Tab.20 et Fig.6 A, B, C**).

Les Coléoptères sont des espèces nuisibles et aussi prédatrices importantes sur les plans économique et environnemental en agriculture et en foresterie (Gillioott, 1995 ; Müller & *al.*, 2008).

Le nombre de taxons (familles, genres et espèces) pour les deux ordres Hyménoptères et Diptères dans les trois cultures séparées sont aussi abondants. Ces trois taxons sont présents pour ces deux ordres respectivement par la façon suivante, dans le blé dur (26 ; 36 et 57) et (26 ; 35 et 52) ; le blé tendre (19 ; 23 et 39) et (25, 33 et 43) ; l'orge (22, 21 et 35) et (19, 27 et 38) (**Tab.20 et Fig.6 A, B, C**). Selon les résultats de ces trois différents taxons, nous pouvons classer les Hyménoptères et les Diptères presque dans la même classe pour la culture de blé dur, malgré la différence de 5 espèces de plus des Hyménoptères. En revanche dans la culture de l'orge, nous trouvons une petite différence de trois familles de plus au niveau de nombre de familles des Hyménoptères que les familles des Diptères. Ainsi nous signalons une différence de 6 genres et 3 espèces de Diptères que d'Hyménoptères. Mais pour la culture de blé tendre, nous enregistrons le contraire par rapport aux deux cultures précédentes, l'ordre des Diptères est plus riche en nombre des trois taxons que les Hyménoptères (**Tab.20 et Fig.6 A, C**).

D'après ces données, nous constatons que la culture de blé dur est la plus riche en nombre de familles, de genres et d'espèces pour les trois ordres 'Coléoptères, Hyménoptères et Diptères' par rapport aux deux autres cultures, car cette culture se regroupe le nombre de variétés le plus élevé (10 variétés) qui représentant 32 micro-parcelles échantillonnées durant toute la période d'étude. Suivie par la culture du blé tendre qui se classe en deuxième position pour le nombre de variétés étudiées (9 variétés) réparties en 20 micro-parcelles. Mais la culture d'orge s'occupe la dernière position, parce qu'elle a le nombre de variétés le plus bas (4 variétés) distribuant seulement sur 9

micro-parcelles, car cette culture est absente durant les deux premières années d'expérimentation au niveau de la zone de Sétif.

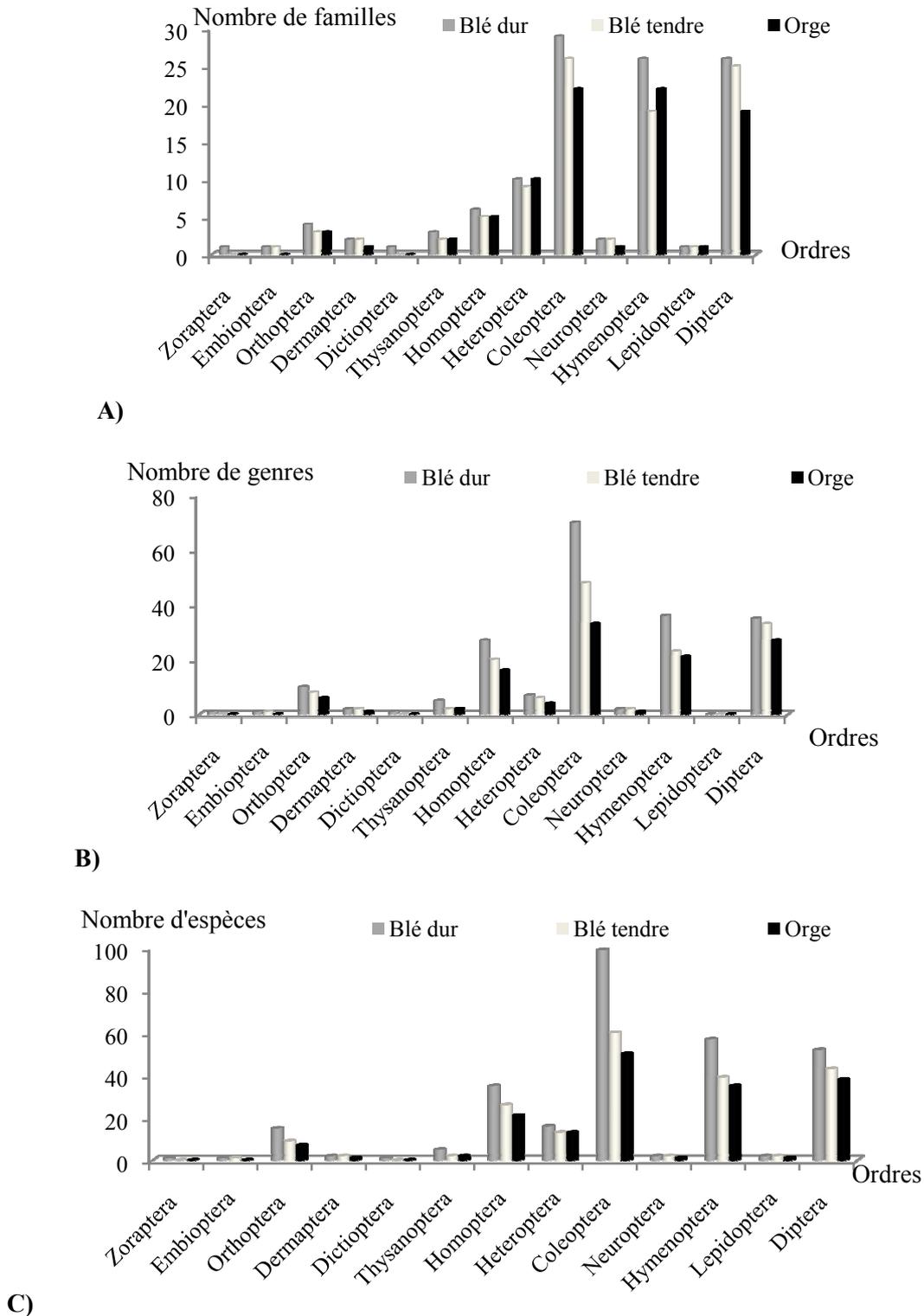


Figure 6 : Présentation des données de l'inventaire dans les trois cultures étudiées (blé dur, blé tendre et orge) selon le nombre de taxons dans la région des Hautes plaines. A) Nombre de familles ; B) Nombre de genres ; C) Nombre d'espèces.

Kellil (2011) a noté que l'ordre des Diptères est plus riche en nombre d'espèces pour les trois cultures (blé dur, blé tendre et orge) avec 84 ; 100 et 80 espèces respectivement par rapport aux deux autres ordres, les Coléoptères avec 65 ; 78 et 79 espèces respectivement et les Hyménoptères avec 62 ; 83 et 60 espèces respectivement.

Sur les trois cultures, nous constatons que la richesse spécifique en espèces par ordre croissant 'Diptères, Coléoptères et Hyménoptères' dans l'inventaire de Kellil (2011), nous notons une plus grande abondance par rapport à nos résultats, à l'exception de nos Coléoptères sur le blé dur avec 99 espèces.

Nous présentons dans cet élément quelques résultats des ordres d'insectes les plus et les moins dominants sur le blé et l'orge à l'étranger :

- ✓ Parmi les 7 ordres inventoriés sur le blé par Talat & al. (2010), les Coléoptères occupent la première place en richesse total avec 53 espèces et les Hémiptères en effectifs (3 636 individus), alors que le nombre d'individus du premier ordre est de 3 274 individus et de 16 espèces pour le deuxième ordre respectivement. Pour les 5 autres ordres signalés par ces mêmes auteurs sont les Hyménoptères (26 espèces, 849 individus), les Orthoptères (19 espèces, 808 individus), les Lépidoptères (12 espèces, 331 individus), les Diptères (5 espèces, 139 individus) et les Dermaptères (3 espèces, 80 individus).
- ✓ La richesse en espèces et la fréquence d'abondance pour chaque ordre recensé sur la culture de blé par Abbas & al. (2014) sont respectivement : les Coléoptères (11 espèces, 18,21 %), les Orthoptères (11 espèces, 5,82 %), les Hémiptères (8 espèces, 27,58 %), les Diptères (7 espèces, 27,65 %) et les Hyménoptères (7 espèces, 7,36 %). Ces ordres constituent environ 80 % des Arthropodes de cet agro-écosystème, par rapport aux deux ordres, Lépidoptères (4 espèces) et Neuroptères (1 espèce) étaient les groupes les moins abondants.
- ✓ Ces dernières années, les recherches menées à la station de recherche et de développement agricole de Turda de la Roumanie ont révélé les principaux ordres de ravageurs du blé : les Thysanoptères, les Diptères, les Homoptères, les Coléoptères et les Hétéroptères (Malschi, 2007, 2009 ; Malschi & al., 2015).
- ✓ Zhekova (2016) a inventorié des insectes sur le blé et l'orge pendant deux années 2012/ 2013. Au total, il a échantillonné 9 ordres qui sont : Coléoptères, Homoptères, Hétéroptères, Diptères, Hyménoptères, Orthoptères, Thysanoptères, Lépidoptères et Neuroptères. La culture d'orge englobe les 9 ordres en 2013, mais seulement les 5 premiers ordres en 2012. Par contre, sur le blé dur, il a enregistré que les Thysanoptères et les Diptères sont absents en 2012 et en 2013 respectivement, mais les Neuroptères n'existe pas dans cette culture.

Dans l'ensemble des travaux réalisés sur l'entomofaune d'une seule culture céréalière ou plus, Madaci (1991) à El-Khroub, Chaabane (1993) à Batna, Mohand-Kaci (2001) et Berchiche (2004) à Alger, Hadj-Zouggar (2014) à Sétif, Talat & *al.* (2010) et Abbas & *al.* (2014) au Pakistan, l'ordre des Coléoptères reste le plus dominant en nombre d'espèces avec 9 ; 39 ; 68 ; 36 ; 31 ; 53 et 11 espèces respectivement. La diversité des Coléoptères est très grande, ils occupent un large éventail d'habitats, la plupart des espèces sont terrestres, mais certains sont aquatiques. Certaines espèces sont adaptées à pratiquement tous les types de régimes (Bouchard & *al.*, 2009 ; Gullan & Cranston, 2010 ; Moore, 2013). Les mêmes auteurs signalent qu'ils sont présents dans presque tous les habitats naturels, à savoir le feuillage végétatif, des arbres et de leur écorce, aux fleurs, au sous-sol près des racines, et même à l'intérieur des plantes comme les galles et les tissus, où ils peuvent être des phytophages, y compris les tissus morts et les décomposés où des saprophages, et ainsi les prédateurs.

Pour les Hétéroptères dans les trois cultures (blé dur, blé tendre et orge) est plus riche en nombre de familles qu'en nombre de genres et d'espèces par rapport aux Homoptères avec les valeurs de 10 ; 9 et 10 familles respectivement (**Tab.20 et Fig.6 A, B, C**). Kellil (2011) a signalé le nombre des familles inférieur que le notre sur les cultures (blé dur, blé tendre et orge) avec 6 ; 7 et 7 familles respectivement. Ainsi, nous constatons la présence des deux espèces déprédatrices pour chacune des deux familles Pentatomidae (*D. baccarum*, *C. mediterraneus*) et Scutelleridae (*E. maura*, *Eurygaster sp.*) sur les trois cultures céréalières (**Tab.20**).

La famille des Pentatomidae est classée comme la quatrième plus grande famille d'Hétéroptères, avec environ de 4000 à 4700 espèces décrites dans le monde et 800 genres (Schuh & Slater, 1995). Cette famille est divisée en 8 sous-familles, la sous-famille Pentatominae contient des espèces les plus diverses (Schuh & Slater, 1995), avec un nombre estimé de 400 à 600 genres et de 2700 à 3300 espèces (Rider, 2013 in Panizzi & Grazia, 2015).

Les espèces de pentatomidés sont toutes phytophages de nombreuses plantes cultivées qui sont économiquement importantes en tant que ravageurs des cultures (Panizzi & *al.*, 2000), notamment des légumineuses tel que le soja (Panizzi & Slansky, 1985), des céréales comme le riz et le blé (Foster & *al.*, 1989). Elles se nourrissent de diverses structures de la plante hôte, des graines et des fruits immatures sont les sites d'alimentation préférés, et par conséquent, la nature de la blessure qu'elles causent est également variable (Schuh & Slater, 1995). Celles qui se nourrissent de graines, elles injectent une salive aqueuse contenant des enzymes digestives à l'aide de son stylet et elles aspirent le contenu liquéfié (Goodchild, 1966 in Panizzi, 1997).

Les Scutelleridae constituent la deuxième famille la plus spécifique au sein de la super-famille Pentatomoidea, avec environ 450 à 500 espèces décrites dans le monde, réparties en 80 genres (Javahery & *al.*, 2000 ; Tsai & *al.*, 2011 in Eger Jr. & *al.*, 2015). Les punaises des boucliers sont des phytophages généralistes qui se nourrissent de nombreuses plantes, les plantes hôtes ne sont connues que pour quelques espèces appartenant à quelques familles telles que : Euphorbiaceae, Poaceae, Myrtaceae et Malvaceae (Rider, 2010 in Barcellos & *al.*, 2014).

Les Homoptères sont les plus dominants en nombre de genres et d'espèces dans ces cultures, le blé dur (27 et 35), le blé tendre (20 et 26) et l'orge (16 et 21) respectivement (**Tab.20 et Fig.6 B, C**). Cette richesse en genres et espèces des Homoptères est expliquée par la dominance de la famille Aphididae dans les trois cultures étudiées le blé dur, le blé tendre et l'orge avec 23 ; 18 et 15 espèces respectivement (**Tab.20**).

Le cas des Orthoptères enregistre l'existence de 4 familles (Tettigoniidae, Pamphagidae, Acrididae et Gryllidae) pour le blé dur et 3 premières familles pour chacune des deux autres cultures. Nous indiquons que la culture de blé dur est abondante en genres (10) et en espèces (15) par rapport aux cultures de blé tendre et d'orge avec des valeurs de 8 ; 9 et 6 ; 7 respectivement (**Tab.20 et Fig.6 A, B, C**). Nous notons également que la famille Acrididae est la plus riche en espèces par rapport autres familles. Kellil (2011) a enregistré 13 espèces des Orthoptères dans le blé tendre et 10 espèces pour chacune des deux autres cultures.

Les deux familles Acrididae et Gryllidae englobent chacune respectivement 25 et 26 sous-familles avec 1500 et 100 genres, tandis que la sous-famille Tettigoniinae se compose de 150 genres et 850 espèces (Ingrisch & Rentz, 2009). En Europe, les trois familles Acrididae, Gryllidae et Tettigoniidae sont présentes avec 350 ; 83 et 221 espèces respectivement (Rasplus & Roques, 2010). Les espèces de criquets inventoriées dans les champs des deux céréales 'teff et blé' au niveau de quatre localités du sud-est de la Shoa dans l'Ethiopie, durant la période d'échantillonnage d'août 1986 à septembre 1988 se compose de 29 taxons. Plus de 70 % des espèces appartiennent à la famille Acrididae et la plupart d'entre elles sont des ravageurs ou des ravageurs potentiels de cultures céréalières (Habtewold & Landin, 1992).

Pour les Thysanoptères, nous indiquons la présence de deux familles, deux genres et deux espèces pour chacune des deux cultures, de blé tendre et d'orge, mais pour ce même ordre, nous observons la présence de 3 familles, 5 genres et 5 espèces dans la culture de blé dur. Les taxons de cet ordre dans l'inventaire de Kellil (2011) sont faiblement présentés, une seule famille avec deux espèces sont notées sur les trois cultures céréalières étudiées.

La famille des Thripidae est la plus nombreuse et diversifiée dans le monde entier, avec 1700 à 2000 espèces appartenant à 290 genres (Mound & Marullo, 1996). Moins de 1 % d'espèces de thrips décrites sont de sérieuses espèces nuisibles et qui provoquent des impacts économiques (Mound & Teulon, 1995), elles appartiennent principalement à cette famille (Mound & Zapater, 2003 ; Reynaud, 2010). Ainsi, la famille des Phlaeothripidae est plus répandue dans les régions tropicales (Kirk, 1996 in Mound & Zapater, 2003), avec environ 3000 à 3500 espèces décrites distribuées en 460 genres (Mound & Marullo, 1996 ; Hoddle & *al.*, 2004 ; Mound & Morris, 2007 ; ThripsWiki, 2015).

La famille des Phlaeothripidae existe dans certains pays méditerranéens (Garcia-Fayos & Goldarazena, 2008 in Raspudić & *al.*, 2009), les espèces de cette famille ont été présentes sur 27 familles de plantes, principalement sur Poaceae (40 %), Asteraceae (33 %) et Fabaceae (26 %) (Raspudić & *al.*, 2009). La majorité des espèces du genre *Haplothrips* sont d'origine eurasiennes (Pitkin, 1976 in Minaei & *al.*, 2016), il est l'un des genres les plus riches en espèces et qui englobe entre 230 et 241 espèces dans le monde entier (Mound & Marullo, 1996 ; Mound, 2008). La majorité des espèces d'*Haplothrips* sont phytophages et se reproduisent presque exclusivement dans des fleurs et beaucoup sont spécifiques à l'hôte (Priesner, 1964 in Mound & Zapater, 2003). Elles sont particulièrement associées aux fleurs des Asteraceae, mais avec un nombre considérable d'espèces qui n'existent que dans les fleurs de Poaceae et Chenopodiaceae (Minaei & Aleosfoor, 2013), Juncaceae et Cyperaceae (Mound & *al.*, 1976 in Mound & Zapater, 2003). Pour la famille Aeolothripidae qui se compose de 190 espèces principalement phytophages, se nourrissent de fleurs ou sont des prédatrices non obligés pour d'autres Arthropodes (Reynaud, 2010).

Dans nos résultats, nous avons signalé la présence des deux espèces de la famille des Thripidae : *Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis* qui sont classées très nuisibles pour quelques cultures. Mound (1997) a noté que 35 espèces sont les plus nuisibles aux plantes cultivées et affectent sérieusement la production mondiale. Ainsi, Bournier (1983) a déclaré que 300 espèces de plantes distribuées à 45 familles botaniques sont infestées par certains virus phytopathogènes transmettent par des vecteurs potentiels thrips. Parmi les espèces de thrips qui interviennent dans la transmission des Tospovirus à travers le bassin méditerranéen : il y a *T. tabaci*, *F. occidentalis* (Turina & *al.*, 2012).

Les six ordres Dermaptères, Neuroptères, Zoraptères, Dictioptères, Embioptères et Lépidoptères sont faiblement présentés dans notre étude, ces ordres ne dépassent pas le nombre d'un ou deux taxons soit pour famille ou bien pour espèce. Les Zoraptères et les Dictioptères sont présentés seulement avec une seule famille, un seul genre et une seule espèce dans la culture de blé dur et sont absents dans les deux autres cultures, mais l'ordre des Embioptères est présent avec le

même nombre des taxons que ces deux premiers ordres dans le blé dur et le blé tendre (**Tab.20 et Fig. 6 A, B, C**).

Dans les deux cultures blé dur et blé tendre, nous remarquons la présence de deux familles, deux genres et deux espèces pour chacun des deux ordres Dermaptères et Neuroptères, et avec une seule famille, un seul genre et une seule espèce pour ces mêmes ordres dans la culture d'orge (**Tab.20 et Fig.6 A, B, C**). Pour Kellil (2011), la culture de blé dur enregistrée par la présence de deux espèces pour chacun de ces deux mêmes ordres, alors que ces mêmes ordres existent avec le même nombre d'espèces 1 et 3 respectivement sur les deux autres cultures.

Les deux espèces *F. auricularia* et *C. carnea* respectivement sont présentes sur les trois cultures par rapport aux espèces des deux autres ordres. Aussi leur classement dans l'échelle de constance indique que la première espèce est accidentelle (A.) et la deuxième espèce est accessoire (Ac.), mais les espèces des deux autres ordres sont classées très accidentelles (Tac.). D'après la bibliographie, nous citons dans ce contexte quelques notions de base sur ces deux espèces :

- ✓ L'espèce forficule auriculaire ou forficule commune, *F. auricularia*, qui est aujourd'hui cosmopolite dans toutes les régions du globe où la température est relativement fraîche (Sauphanor & al., 1993). Elle est univoltine, nocturne, omnivore et elle se nourrit de petits insectes et diverses parties de plantes (Hansen & al., 2006).
- ✓ *Chrysoperla carnea* '*Chrysopa carnea*' ou chrysope verte est une prédatrice vorace des œufs et des petites larves de tous les Lépidoptères, les pucerons, les jassidés, les aleurodes et les cochenilles (Nayar & al., 1976). La chrysope verte a une distribution mondiale et s'observe tant dans les zones naturelles que les culturelles (Zeleny, 1984), aussi, elle est polyphage et possède une large gamme de plantes hôtes (Principi & Canard, 1984). Son importance agricole réside dans ses habitudes carnivores, leurs larves sont toutes prédatrices et communément appelées «Lions de pucerons» (Principi & Canard, 1984).

Une seule famille de l'ordre des Lépidoptères pour chacune des trois cultures (blé dur, blé tendre et orge) avec deux espèces pour les deux premières cultures et une seule espèce pour la dernière culture respectivement (**Tab.20 et Fig.6 C**). Cet ordre est plus abondant dans l'étude de Kellil (2011) avec 6 familles sur le blé tendre et 4 familles sur le blé dur et l'orge, le nombre d'espèces enregistré pour ces trois cultures est de 7 ; 4 et 5 espèces respectivement.

La famille des Pyralidae (papillons de nuit) constitue la troisième plus grande famille de Lépidoptères, avec environ 16 500 espèces décrites à travers le monde, elles sont divisées en 19 sous-familles. En raison des dégâts provoqués par leurs larves, il existe un grand nombre d'espèces de cette famille qui sont économiquement importantes, car elles agissent comme des

enrouleuses, des mineuses de feuilles et des foreuses des racines (Van Nieukerken & *al.*, 2011 in Nagaharish & *al.*, 2017).

Dans notre étude, malheureusement, nous n'avons pas échantillonné des espèces de pyrales en bon état, car ces espèces sont tombées dans les pièges jaunes et ces spécimens perdent leurs écailles et les couleurs des ailes, c'est pour cette raison que nous avons perdu des critères importants dans la détermination de ces espèces.

1.5. Analyse quantitative de l'inventaire global

La fréquence d'abondance des différentes espèces rencontrées sur les cultures étudiées (blé dur, blé tendre, orge et céréales) dans les Hautes plaines sont notées par des valeurs différentes d'une culture à une autre (**Tab.20**). Les espèces les plus dominantes du point de vue abondance en nombre selon leur utilité pour ces cultures sont présentées dans les **Tableaux 20 et 25**.

D'après les données du **Tableau 20** qui représente : S, FA %, C % et le statut trophique, nous avons divisé les valeurs de la fréquence d'abondance (FA %) sous forme des intervalles à partir du 1^{er} jusqu'au 8^{ième} (**Tab. 24**), afin de préciser l'intervalle qui englobe les espèces d'intérêt agricole (ravageurs, prédateurs, parasitoïdes, pollinisateurs, nécrophages) les plus dominantes dans notre inventaire et de comparer d'une façon facile entre les résultats de FA % de toutes les cultures étudiées.

Selon Ramade (2003), tout en constituant un élément essentiel de la description et de la structure d'un peuplement, la richesse spécifique ne suffit pas à la caractériser de façon satisfaisante. En effet, l'abondance relative des espèces intervient aussi, car seuls quelques pourcent de ces dernières sont réellement abondants, qu'ils soient représentés par leur densité, leur biomasse, leur productivité ou tout autre critère d'évaluation de leur importance relative.

Tableau 24 : Nombre d'espèces par culture séparée et confondue selon les intervalles des valeurs de fréquence d'abondance (FA %) dans les Hautes plaines.

Cultures	Intervalle ≤ 1 %			Intervalle > 1 %				
	1 ^{er}	2 ^{ième}	3 ^{ième}	4 ^{ième}	5 ^{ième}	6 ^{ième}	7 ^{ième}	8 ^{ième}
	[0,004-0,009]	[0,01-0,099]	[0,1-0,99]	[1-5]	[5-10]	[10-15]	[15-20]	< 20
Blé dur	73	138	60	11	5	1	0	0
Blé tendre	0	135	46	11	6	0	0	1
Orge	0	68	85	12	3	2	0	0
Céréales	104	131	62	13	4	0	1	0

Pour le 1^{er} intervalle de FA % [0,004-0,009] qui contient 73 et 104 espèces pour le blé dur et les céréales respectivement, par contre les deux cultures, blé tendre et orge sont enregistrées par une absence totale des espèces dans cet intervalle (**Tab. 20 et 24**). Cette richesse en nombre d'espèce dans le 1^{er} intervalle pourrait être expliquée par la présence de plusieurs espèces dans le blé dur et les céréales respectivement qui sont représentées par un seul individu (48 et 53 espèces), à deux individus (25 et 28 espèces) et 23 espèces dans les céréales représentées par trois individus. Selon Magurran (2011) la présence de singletons (une seule espèce et individu) est fréquente dans les assemblages d'insectes et ceux-ci représentent souvent la classe d'abondance la plus élevée.

1.5.1. Suivant la fréquence d'abondance des espèces les plus dominantes

1.5.1.1. Les espèces phytophages et omnivores

Selon les **Tableaux 20, 24 et 25**, nous enregistrons la dominance en fréquence d'abondance (FA %) de l'espèce *S. avenae* sur les trois cultures blé tendre, céréales et blé dur respectivement dans les intervalles suivants : le 8^{ième} (25,98 %), le 7^{ième} (15,9 %) et le 6^{ième} (13,59 %), par contre pour la culture d'orge, *M. dirhodum* et *S. avenae* sont dominantes dans le 5^{ième} avec 9,47 % et 6,68 % respectivement. Alors que pour cette dernière culture, l'espèce la plus dominante qui est *D. cyaneus* (13,74 %) existe dans le 6^{ième} intervalle. Le puceron *M. dirhodum* qui se trouve dans le 4^{ième} intervalle des trois cultures, blé dur (3,62 %), blé tendre (2,93 %) et céréales (4,04 %), mais il est moins abondant par rapport à la culture d'orge. Nous indiquons que les deux pucerons *S. avenae* et *M. dirhodum* préfèrent les deux cultures, le blé tendre et l'orge respectivement.

Selon Ramade (2003), la dominance représente un autre paramètre important pour décrire la structure d'un peuplement. Le même auteur constate que dans toute biocénose et dans toute entité synécologique constituant un sous-ensemble de cette dernière, certaines espèces sont très abondantes, donc présentent une fréquence relative élevée, tandis que d'autres sont rares ou très rares et ne présentent de ce fait qu'une faible fréquence relative dans la communauté considérée.

Dans l'étude de Kellil (2011), les fréquences d'abondance des deux pucerons, *S. avenae* et *M. dirhodum* respectivement sont faiblement présentées sur les différentes cultures céréalières par rapport à nos résultats, le blé dur (3,66 ; 0,16 %), le blé tendre (3,03 ; 0,37 %), l'orge (1,02 ; 0,38 %) et les céréales (2,74 ; 0,30 %).

La FA % du puceron *R. padi* est dominante dans le 5^{ième} intervalle pour les deux cultures, blé dur (8,4 %) et céréales (5,94 %), alors qu'elle est fréquente dans le 4^{ième} intervalle sur le blé tendre (1,45 %) et dans le 3^{ième} intervalle dans l'orge (0,74 %) (**Tab. 20, 24, 25 et 26**). En revanche, Kellil (2011) a enregistré que cette espèce est plus abondante sur la culture d'orge (2,53 %), suivie par les

céréales (1,24 %), mais elle est moins fréquente sur les deux autres cultures par rapport à nos données, 0,64 % sur blé dur et 0,94 % pour blé tendre. Nous notons également que *R. padi* préfère le blé dur et avec une présence trop faible sur l'orge, mais nous signalons le contraire dans les données de Kellil (2011).

Le rendement en blé est dangereusement affecté par les insectes des cultures céréalières, ils ont cité les pucerons du blé qui sont considérés comme l'un des insectes les plus destructeurs de cette culture (Steffey & Gray, 2012). Parmi ces espèces aphidiennes, Wetzel (2004) ; Blackman & Eastop (2007) ont signalé que *R. padi*, *M. dirhodum* et *S. avenae* ont été largement étudiés pour déterminer les pertes de rendement possibles suite à leurs infestations. Ces trois pucerons sont des vecteurs potentiels des virus responsables de la maladie de la jaunisse nanisante de l'orge provoquée par Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) (Chansigaud & al., 1986 ; Belkahla & Lappiere, 2002).

Tableau 25 : Liste des espèces inventoriées par culture séparée et confondue selon les valeurs de (FA %) des deux intervalles (4^{ième} et 5^{ième}) dans les Hautes plaines.

(*) : Espèces phytophages ravageurs des céréales ; (**) : Espèces prédateurs des pucerons ; (***) : Espèces prédateurs.

Culture	4 ^{ième} Intervalle de FA % de [1-5]	5 ^{ième} Intervalle de FA % de [5-10]
Blé dur	<i>P. alienus*</i> , <i>M. dirhodum*</i> , <i>C. septempunctata**</i> , <i>Dasyscolis sp.***</i> , <i>M. barbara*</i> , <i>T. nigerrimum</i> , <i>C. albicans theryi</i> , <i>T. pallidiventrif***</i>	<i>H. tritici*</i> , <i>R. padi*</i> , <i>A. nigricornis</i> , <i>D. cyaneus</i>
Blé tendre	<i>D. noxia*</i> , <i>M. dirhodum*</i> , <i>R. padi*</i> , <i>S. maydis*</i> , <i>H.</i> <i>(Adonia) variegata**</i> , <i>P. daghestanica</i> , <i>T. tabidus*</i> , <i>T. pallidiventrif***</i>	<i>H. tritici*</i> , <i>P. alienus*</i> , <i>A. nigricornis</i> , <i>D. cyaneus</i> , <i>C. septempunctata**</i>
Orge	<i>A. nigricornis</i> , <i>C. septempunctata**</i> , <i>P. daghestanica</i> , <i>M. barbara*</i> , <i>T. nigerrimum</i> , <i>Sciaridae sp. ind.</i> , <i>T. minuta***</i> , <i>T. flavipes***</i> , <i>Elaphropyza sp.***</i>	<i>M. dirhodum*</i> , <i>S. avenae*</i>
Céréales	<i>P. alienus*</i> , <i>M. dirhodum*</i> , <i>A. nigricornis</i> , <i>C. septempunctata**</i> , <i>H. (Adonia) variegata**</i> , <i>M. barbara*</i> , <i>T.</i> <i>nigerrimum</i> , <i>C. albicans theryi</i> , <i>T. pallidiventrif***</i> , <i>Elaphropyza sp.***</i>	<i>H. tritici*</i> , <i>R. padi*</i> , <i>D. cyaneus</i>
Espèces communes	<i>S. graminum*</i> , <i>Oulema sp*</i> , <i>Andrenosoma sp.***</i>	<i>O. melanopus*</i>

Nous observons une dominance de la FA % d'*O. melanopus* ravageur des céréales dans le 5^{ième} intervalle, c'est une espèce commune entre toutes les cultures, blé dur, blé tendre, orge et céréales avec des valeurs de 7,45 ; 6,69 ; 8,53 et 7,37 % respectivement (**Tab. 20, 24 et 25**). Malgré que la FA % de cette espèce est élevée sur l'orge par rapport aux autres cultures, mais au total, ces valeurs sont presque semblables pour les trois cultures. En revanche, les fréquences d'abondance de cette espèce citées par Kellil (2011) sont faibles sur toutes les cultures 'blé dur, blé tendre, orge et céréales' par rapport à notre étude avec des valeurs respectives de 3,32 ; 1,52 ; 1,93 et 2,25 %.

Le criocère *O. melanopus* attaque de nombreuses espèces sauvages et domestiques de la famille des Poaceae (Gutierrez & al., 1974), il est considéré comme un ravageur polyphage pour cette famille (Venturi, 1942). Il se nourrit d'avoine, d'orge et de blé en particulier ainsi que de diverses graminées cultivées et non cultivées (Wilson & Shade, 1966 ; Kher & al., 2011 ; Bezděk & Baselga, 2015).

La FA % qu'existe dans le 5^{ième} intervalle est dominante pour les deux espèces *H. tritici* et *D. cyaneus* respectivement dans le blé dur (5,88 ; 8,74 %), le blé tendre (7,83 ; 6,32 %) et les céréales (5,85 ; 8,65 %), mais pour la culture d'orge, l'espèce *H. tritici* est présente dans le 3^{ième} intervalle avec une valeur d'abondance faible de 0,89 % (**Tab. 20, 24, 25 et 26**).

Par contre, la FA % de *H. tritici* est élevée dans les résultats de Kellil (2011) que dans notre cas, le blé dur est le plus touché avec 25,07 %, suivi par 15,67 % sur le blé tendre et 15,36 % pour les céréales, alors que cette espèce est faiblement présentée sur la culture d'orge avec 1,72 %. Nous constatons que l'espèce *H. tritici* est moins fréquente sur l'orge dans ces deux études. Dans ce cadre, nous pensons que cette espèce ne préfère pas la culture d'orge, ainsi elle est moins fréquente sur le blé tendre plutôt que le blé dur. Cependant, nous enregistrons le contraire dans les résultats de Kellil (2011), le blé dur est le plus touché par *H. tritici* par rapport à toutes les autres espèces ravageuses.

Certaines espèces de thrips constituent l'un des groupes nuisibles présents sur les céréales (Minaei & Mound, 2008). Tunç & Zur Strassen (1984) ont déclaré que l'espèce dominante sur presque tous les grains de céréales était *H. tritici*.

Cette espèce est connue dans toute l'Europe orientale et les régions voisines d'Asie, en Europe occidentale et en Afrique du Nord, elle est considérée comme un ravageur des cultures céréalières cultivées, en particulier le genre *Triticum*, mais aussi le genre *Hordeum* (Özsisli, 2011). En effet, elle cause le plus de dégâts sur les épis qui sont endommagés par le développement des champignons et des bactéries, la qualité du produit est réduite et sa valeur commerciale diminue (Bielza & al., 1996).

Nous signalons que l'espèce *A. nigricornis* est présente dans le 5^{ème} intervalle pour les deux cultures, blé dur (5,07 %) et blé tendre (5,31%), mais dans les deux cultures d'orge et des céréales, elle est dominante dans le 4^{ème} intervalle avec des valeurs de 3,27 et 4,95 % respectivement (**Tab. 20, 24 et 25**).

La famille des Dasytidae, anciennement nommée Melyridae, englobe presque 1500 espèces dans le monde entier (Mayor, 2007), malgré sa grande diversité, mais les études sur la bio-écologie et de cette famille sont rares (Branco & al., 2011). Les Dasytidae vivant dans les paysages et les forêts ouverts, elles sont souvent trouvées sur des fleurs, dans l'herbes ou sur les conifères (Herrera, 1988 in Branco & al., 2011), et aussi sur les arbustes, le long des lisières des forêts et surtout sur des talus (Mawdsley, 1999 ; 2003).

Les adultes sont souvent alimentés de nectar et de pollen de leurs fleurs (Herrera, 1988 in Branco & al., 2011), ainsi leur biologie et leur morphologie semblent avoir co-évolué avec les plantes à fleurs. Car les soies denses et la pubescence des dasytines adultes emprisonnent souvent les grains de pollen, qui sont transportés vers d'autres fleurs au cours d'une alimentation normale (Bernhardt, 2000 ; Mawdsley, 1999 ; 2003).

Aussi, les femelles adultes de cette famille peuvent utiliser la phéromone sexuelle de la proie pour sélectionner un habitat convenable avec un substrat de reproduction pour leur progéniture (Branco & al., 2011). Les larves se rencontrent dans divers habitats, mais le plus souvent dans le sol, la litière de feuilles ou sous l'écorce, ainsi que dans le bois mort et dans les tiges de plantes (Salem & al., 2017). Les larves sont des carnivores (Crowson, 1964 in Branco & al., 2011 ; Kolibáč & al., 2005 in Mirutenko, 2013 a ; Salem & al., 2017), elles ont été observées en train de se nourrir activement aux stades immatures d'autres insectes, en particulier sous l'écorce des arbres (Crowson, 1964 in Branco & al., 2011), et parfois elles sont des nécrophages (Salem & al., 2017).

Kellil (2011) a noté que la FA % est supérieure pour l'ensemble des deux espèces '*D. cyaneus* et *A. nigricornis*' sur le blé tendre avec 8,86 %, suivi par l'orge 7,78 % et les céréales 7,23 %, mais la FA % est faible sur le blé dur avec 4,82 %. Les deux espèces floricoles de la famille des Melyridae '*Dasytes cyaneus* et *Aplocnemus nigricornis*' sont abondantes en nombres d'individus, car nous avons réalisé l'échantillonnage durant le printemps, période de floraison de la majorité des plantes à fleurs. Selon Mawdsley (1999), les adultes de certaines espèces de Dasytinae sont souvent très abondants et peuvent former de grandes agrégations d'alimentation.

Le genre *Dasytes* contient essentiellement des espèces floricoles (Liberti, 2009), il comprend environ 170 espèces réparties dans plusieurs régions telles que : Europe, Afrique du Nord et Asie

(Mayor, 2007). Il est évident que les dasytines adultes visitent les fleurs d'une large gamme d'espèces végétales, représentant 68 genres dans 26 familles (Mawdsley, 2003).

Le genre *Aplocnemus*, avec plus de 140 espèces réparties des îles Canaries et d'Afrique du Nord à la région du Caucase, comprend 73 espèces européennes (Liberti, 2004 in Branco & al., 2011). En Pologne, Szafraniec & al. (2010) présentent des données sur 10 espèces de Coléoptères de la famille Melyridae qui ont des ailes molles et se nourrissent de fleurs. Les mêmes auteurs citent : *Aplocnemus nigricornis*, *Charopus flavipes*, *Dasytes niger*, *D. plumbeus*, *Malachius aeneus* et *M. bipustulatus*. Selon les données de Majer (1982), *Dasytes fernalis* (Illiger, 1807) est parmi les synonymes d'*Aplocnemus nigricornis*. Szafraniec & al. (2010) ont signalé que *A. nigricornis* préfère les conifères, principalement le pin et l'épinette. Les larves d'*Aplocnemus sp.* ont été observés en train de se nourrir de larves et de chrysalides de *Phloeotribus scarabaeoides* (Russo, 1938 in Branco & al., 2011).

La FA % de *P. daghestanica* est dominante sur le blé tendre (1,10 %) et l'orge (1,17 %) que sur le blé dur (0,31 %) et les céréales (0,58 %) (Tab. 20, 24, 25 et 26). Kellil (2011) a indiqué que les valeurs de FA % de cette espèce sont proches sur presque toutes les cultures, blé dur (0,45 %), blé tendre (0,27 %), orge (0,49 %) et céréales (0,39 %).

La sous-famille Alleculinae comprend plus de 2500 espèces dans le monde (Novak, 2008), toutes les espèces de cette sous-famille se nourrissent de pollen (Kozminykh, 2015). En Russie, les adultes de *P. daghestanica* se reproduisent dans la steppe en mai et apparaissent au maximum dans la deuxième quinzaine de mai. Cette espèce est un ravageur nuisible et polyphage, car les larves plus jeunes se nourrissent de débris de plantes mortes, et les larves âgées s'attaquent les plantes agricoles comme un ver fil-de-fer, endommageant les semences semées et les semis du blé, du maïs, du sorgho, du soja et du tournesol. L'hivernage des larves se fait à des âges différents dans le sol à une profondeur de 40 à 60 cm. Les œufs sont pondus dans le sol en groupes, parfois jusqu'à 100 morceaux, le développement embryonnaire dure jusqu'à 12 jours et les larves ont une durée de vie de deux années (Site 4).

La cicadelle *P. alienus* a une fréquence d'abondance élevée sur la culture de blé tendre avec 5,21 %. Cette espèce se trouve dans le 4^{ième} intervalle de FA % pour le blé dur (2,66 %) et les céréales (3,1 %). Mais elle a une valeur très faible dans le 3^{ième} intervalle sur la culture d'orge (0,92 %) par rapport aux autres cultures (Tab. 20, 24, 25 et 26).

Parmi les insectes ravageurs qui endommagent les agro-écosystèmes de blé d'hiver, les cicadelles qui occupent une place très importante, elles comprennent environ 2000 espèces de cicadelles phytophages réparties dans le monde entier (Holzinger & al., 2002). Ces trois espèces de

cidanelles “*Psammotettix alienus*, *Javesella pellucida* et *Macrosteles laevis*” attaquent les céréales et la première espèce est un vecteur biologique des virus (Bisztray & al., 1991; Bressan & al., 2009).

Dans le 4^{ième} intervalle, nous notons la présence des deux espèces ravageuses communes pour toutes les cultures, blé dur, blé tendre, orge et céréales respectivement qui sont *S. graminum* (1,46 ; 3,53 ; 1,38 et 1,95 %) et *Oulema sp.* (2,64 ; 2,02 ; 1,02 et 2,34 %) (Tab. 20, 24 et 25). Par contre, Kellil (2011) indique que le puceron *S. graminum* est plus dominant sur la culture de blé dur (2,57 %), suivie par les céréales (1,47 %) et la culture d’orge (1,02 %), mais il est faiblement abondant sur la culture de blé tendre (0,80 %). Nous constatons que ce puceron préfère le blé tendre dans notre cas, mais nous avons enregistré le contraire pour le blé tendre dans l’étude de Kellil (2011). Les petites aptères de *S. graminum* se nourrissent des feuilles d'herbes et de céréales, provoquant souvent un jaunissement et d'autres effets phytotoxiques. Ils se nourrissent presque exclusivement de Poaceae, notamment : *Agropyron*, *Avena*, *Bromus*, *Dactylis*, *Eleusine*, *Festuca*, *Hordeum*, *Lolium*, *Oryza*, *Panicum*, *Poa*, *Sorgho*, *Triticum* et *Zea* (Blackman & Eastop, 2007).

Dans le 4^{ième} intervalle de FA %, nous notons la dominance des trois espèces ravageuses des céréales, *S. maydis* (1,52 %), *T. tabidus* (1,09 %) et *D. noxia* (1,2 %) sur blé tendre. Mais la fréquence d’abondance de ces trois espèces déprédatrices respectivement est enregistrée dans le 3^{ième} intervalle pour les autres cultures, le blé dur (0,77 ; 0,57 et 0,72 %), les céréales (0,92 ; 0,70 et 0,76 %) et l’orge (0,31 et 0,82 %). Sur cette dernière culture, nous enregistrons que *D. noxia* se trouve dans le 2^{ième} intervalle avec une valeur de 0,026 % (Tab. 20, 24, 25 et 26). Le puceron russe du blé *D. noxia* s’alimente de plusieurs graminées, notamment, *Agropyrum*, *Avena*, *Hordeum*, *Lolium*, *Phalaris* et *Triticum* (Hein & al., 1989 ; Leclant, 1999). Karren (1993) a constaté que *D. noxia* peut causer des pertes allant jusqu’à 50 % de la production céréaliers.

Nous constatons que ces trois espèces ravageuses ont presque la même valeur de FA % sur le blé tendre par rapport aux autres cultures. Le puceron *S. maydis* a été observé sur plus de 30 genres d’espèces de Poaceae, il préfère s’alimenter d’une large gamme de graminées et de céréales. Il se nourrit sur les surfaces supérieures des limbes foliaires près des bases, et parfois sur les tiges et les inflorescences (Blackman & Eastop, 2007). Les feuilles fortement infestées peuvent jaunir, rouler en tubes et se dessécher (Blackman & Eastop, 2000).

Kellil (2011) signale l’absence totale du puceron *S. maydis* sur toutes les cultures étudiées, mais les deux autres espèces *T. tabidus* et *D. noxia* sont présentes respectivement sur les différentes cultures, blé dur (0,56 ; 3,02 %), blé tendre (0,61 ; 1,09 %), orge (0,64 ; 0,95 %) et céréales (0,60 ; 1,73 %). Il a enregistré que *T. tabidus* a des valeurs de FA % très proches sur toutes les cultures, alors que *D. noxia* est dominante sur le blé dur. Nous indiquons que les deux espèces *D. noxia* et *T.*

tabidus ont respectivement les mêmes valeurs de FA % sur le blé tendre et blé dur dans ces deux études.

Selon Gahan (1920) in Berland (1947), l'espèce *T. tabidus* a deux synonymes '*Sirex tabidus* et *Cephus tabidus*', elle est distribuée dans toute l'Europe, surtout la région méditerranéenne, commune en Afrique du nord, elle a aussi été introduite aux États-Unis. Elle Cause des dégâts sérieux dans le Sud de la Russie et aux États-Unis (Berland, 1947). Miller & Al-Ghannoum & al. (1994) ont cité les deux espèces proches de cèphes (*Cephus pygmaeus* et *Trachelus tabidus*) qui sont des ravageurs importants du blé et d'autres cultures céréalières dans de nombreuses régions du monde. Ces insectes attaquent toutes les plantes céréalières, y compris le blé, l'avoine et le seigle, ainsi que certaines plantes sauvages (Berland, 1947 ; Beres, 2011), en plus d'autres espèces appartenant à ces trois genres : *Hordeum*, *Secale* et *Triticum* (Banită & Palade, 1980 in Shanower & Hoelmer, 2004).

Les espèces de fourmis, *M. barbara*, *T. nigerrimum* et *C. albicans theryi* sont présentes sur toutes les cultures, mais avec des valeurs de FA % différentes. Nous notons que dans le 4^{ème} intervalle existe ces trois espèces respectivement sur le blé dur (1,32 ; 1,72 et 3,89 %), sur les céréales (1,26 ; 1,6 et 2,46 %). Par contre, nous marquons que dans cet intervalle et sur la culture d'orge la présence seulement de deux premières espèces avec de 1,92 et 3,37 % respectivement, alors que *C. albicans theryi* se trouve dans le 3^{ème} intervalle avec de 0,74 % (**Tab. 20, 24, 25 et 26**).

Nous enregistrons que la culture de blé tendre est moins accueillante par ces trois espèces de fourmis, les valeurs de FA % se localisent dans le 3^{ème} intervalle avec 0,85 ; 0,56 et 0,7 % respectivement (**Tab. 20, 24 et 25**). Nous constatons que les FA % de *M. barbara* et *T. nigerrimum* sont élevées sur l'orge que les autres cultures, mais *C. albicans theryi* est très fréquente sur blé dur.

La dernière statistique mentionnée dans le catalogue mondial des fourmis, 11 477 espèces nommées et divisées en 287 genres (Bolton & al., 2006 in Borowiec, 2014), réparties sur 20 sous-famille (Franks, 2009). Dans les écosystèmes tropicaux, Fall (2006) pense que les fourmis représentent jusqu'à 25 % de la biomasse animale. En Europe, les fourmis sont présentent avec environ 650 espèces, elles ont colonisé la plupart des habitats et forment des colonies de tailles variables dans le sol, les débris végétaux, les arbres et les infrastructures d'origine humaine (Way & al., 1997). Elles interviennent dans la dispersion de graines, et sont responsables de la diversité de plusieurs plantes, aussi elles assurent la protection et la destruction de quelques plantes. Ce sont des recycleurs primaires et leurs activités dans le sol créent des micro-habitats de nutriments très différents qui affectent la succession, la croissance et la distribution des plantes (Grissell, 1999). Aussi, les invasions de fourmis entraînent des coûts économiques et écologiques énormes (Lach & Thomas, 2008).

La fourmi *M. barbara* est faiblement présentée sur les trois cultures dans Kellil (2011) par rapport à notre cas, le blé dur (0,3 %), le blé tendre (0,54 %) et les céréales (0,32 %), alors que sur la culture d'orge, elle est absente.

Les fourmis moissonneuses qui appartiennent au genre '*Messor*' sont d'importantes consommatrices de semences (Hensen, 2002 ; Azcãrate & Peco, 2003 ; Baraibara & al., 2009) et peuvent contribuer de manière substantielle à la lutte contre les mauvaises herbes dans les champs arables (Baraibara & al., 2009), dans les prairies thérophytes et dans certains types de garrigue du bassin méditerranéen (Hensen, 2002 ; Azcãrate & Peco, 2003). La fourmi moissonneuse '*M. barbarus*' est un granivore commun dans les champs arables sous pluie. Elle reste le granivore le plus abondant et le responsable de provoquer des énormes pertes sur les graines de mauvaises herbes, ces taux peuvent atteindre 46 à 100 %, mais elle a une relation avec la nature et le type des graines de ces espèces (Westerman & al., 2012). La densité de *M. barbarus* varie considérablement d'un champ à l'autre, selon les taux de prédation affecté sur les graines de mauvaises herbes (Azcãrate & Peco, 2003 ; Baraibara & al., 2011).

Pour les deux autres espèces de fourmis, *T. nigerrimum* et *C. albicans theryi* sont présentes dans Kellil (2011) sur toutes les cultures respectivement, mais avec des valeurs très différentes que dans nos résultats, dans le blé dur (1,80 et 2,22 %), le blé tendre (1,64 et 1,56 %), l'orge (1,99 et 2,46 %) et les céréales (1,79 et 2,02 %).

La fourmi *T. nigerrimum* est naturellement présente en Méditerranée, en Europe comme la Bulgarie, la France, la Grèce et l'Italie, et aussi en Afrique du nord, mais seulement dans des régions connues comme 'l'Algérie et le Maroc' (Borowiec, 2014). Concernant leur alimentation, elle est semblable à d'autres espèces de fourmis, car elle se nourrit de miellat des Hémiptères, de petits invertébrés morts et vivants, des graines et de nectar des plantes (Noordijk, 2016).

La dernière fourmi, *C. albicans* s'étend de l'Espagne à l'Arabie et la Turquie, couvrant tout le sud du bassin méditerranéen, jusqu'au Sahara et en Mauritanie (Cagniant, 1973 ; Cagniant, 2009). Ces fourmis nichent en lieux découverts (grandes clairières, pâturages de montagne et steppes). Le régime alimentaire des *Cataglyphis* est constitué surtout de cadavres d'insectes, souvent d'autres fourmis comme : '*Messor*, *Camponotus*, et même d'autres espèces ailées de *Cataglyphis*', mais certaines espèces ramènent des proies vivantes variées (chenilles et autres larves, Coléoptères adultes, petits arachnides). Aussi les liquides sucrés des végétaux sont recherchés tel que le miel dilué en élevage (Cagniant, 2009).

Nous constatons que les trois espèces de fourmis *M. barbara*, *T. nigerrimum* et *C. albicans theryi* sont abondantes en individus, car le mode de vie de ces espèces est sous forme de différentes

castes qui représente une société. De plus, elles ont des différents statuts d'alimentation, car les fourmis appliquent plusieurs modes de communications avec les autres espèces qui partagent le même écosystème.

Les fourmis sont socialement organisées en castes : ouvrières, soldats, nourrices, individus sexués (reine et mâle), chacune d'entre elles présente une morphologie particulière et remplit des fonctions bien précises (Bernard, 1968). De plus, les fourmis jouent des rôles dans les écosystèmes terrestres sont très variés, elles agissent comme prédatrices, phytophages et détritivores et participent à un grand nombre d'associations avec des plantes et d'autres insectes (Holldobler & Wilson, 1990). Les fourmis ont développé des relations avec plus de 465 espèces de plantes de 52 familles différentes (Stadler & al., 2003). Mais, c'est avec les insectes que l'on dénombre aujourd'hui le plus grand nombre d'associations, car près de 10 000 espèces d'insectes sont connues pour avoir des relations obligatoires avec les fourmis (Schonrogge & al., 2000).

La culture d'orge abrite l'espèce omnivore "*Sciaridae sp. ind.*" dans le 4^{ième} intervalle avec une FA % de 1,02 %, mais elle se trouve dans le 3^{ième} intervalle pour les autres cultures, blé dur (0,14 %), blé tendre (0,11 %) et céréales (0,22 %) (**Tab. 20, 24, 25 et 26**). Selon Larson & al. (2001); Kevan (2002), les petites mouches comme Phoridae, Sciaridae, Mycetophilidae, Piophilidae, peuvent être des pollinisateurs essentiels pour les arbustes à nombreuses petites fleurs discrètes et souvent dioïques.

1.5.1.2. Les espèces prédatrices

La culture de blé tendre occupe la première place dans le 5^{ième} intervalle de FA % de l'espèce aphidiphage *C. septempunctata* avec 5,5 %. Elle est aussi abondante dans le 4^{ième} intervalle avec 3,79 % dans le blé dur, 1,23 % sur l'orge et 3,95 % pour les céréales (**Tab. 18, 24 et 25**).

C. septempunctata possède différentes formes polymorphes qui sont présentes dans tous les types d'habitats et d'agro-écosystèmes (Zare & al., 2013), mais elle préfère les plantes herbacées dans les endroits ensoleillés et associés à un large éventail d'espèces de pucerons (Honěk, 1985). Cette espèce se nourrit avec voracité des pucerons (Honěk, 1985 ; Aslan & Uygun, 2005 ; Kaya, 2009 ; Zare & al., 2013), des cochenilles (Aslan & Uygun, 2005 ; Kaya, 2009 ; Zare & al., 2013), qui sont largement distribués sur différentes cultures, notamment les légumineuses fourragères comme la luzerne et le trèfle, les céréales de printemps, principalement l'orge (Honěk, 1982) et aussi le blé, le chou, le coton, les arbres fruitiers et même la végétation sauvage (Zare & al., 2013).

Suite à l'inventaire d'Aslan & Uygun (2005) sur les espèces de coccinelles et leurs proies dans des champs cultivés et non cultivés à Kahramanmaraş en Turquie pendant la période de 2000 et 2001. Ils ont indiqué la présence de 33 espèces de coccinelles et 59 espèces de pucerons. Parmi

les coccinelles les plus rencontrées qui se sont nourries de nombreuses espèces de pucerons étaient *C. septempunctata* avec 41 espèces, *H. variegata* avec 19 espèces et *Scymnus subvillosus* avec 15 espèces.

La deuxième espèce aphidiphage *H. (Adonia) variegata* qui appartenant au 4^{ième} intervalle pour les deux cultures, blé tendre (1,51 %) et céréales (1,05 %), mais elle existe dans le 3^{ième} intervalle pour le blé dur (0,95 %) et l'orge (0,61 %) (Tab. 20, 24, 25 et 26). Au nord d'Algérie et au début du printemps, les adultes d'*H. variegata* s'installent sur diverses plantes basses spontanées (Saharaoui & al., 2001). En Grèce, cette coccinelle est l'un des prédateurs dominants des coccinelles, s'attaquant au *Aphis gossypii* sur le cotonnier et *Myzus persicae* sur le tabac et les pêchers (Kavallieratos & al., 2004). Aussi, dans le même pays, Kontodimas & Stathas (2005) affirment que la dispersion de *H. variegata* peut être augmentée par une forte fécondité, car les femelles peuvent produire 960 œufs, avec un temps de génération moyen de 34 jours.

En Turquie, *H. variegata* se nourrit des pucerons des genres suivants : *Aphis*, *Hyalopterus*, *Brachycaudus*, *Myzus*, *Phorodon*, *Chaitophorus* et *Pemphigus* (Aslan & Uygun, 2005 ; Kaya, 2009), ainsi, elle s'alimente des Coccidae, des Diaspididae et des Psyllidae (Kaya, 2009). Cette coccinelle peut aussi alimenter des pucerons de céréales tels que : *R. maïdis* (Aslan & Uygun, 2005 ; Obrycki & Orr, 1990 in Hodek & Evans, 2012), *S. avenae* (Elmalı ve Toros, 1994 in Kaya, 2009), *D. noxia* (Michels & Flanders, 1992 in Hodek & Evans, 2012) et *S. graminum* (Michels & Bateman, 1986 in Hodek & Evans, 2012).

Nous constatons que ces deux espèces prédatrices aphidiphages '*C. septempunctata* et *H. (Adonia) variegata*' sont fréquentes sur la culture de blé tendre par rapport aux autres cultures, car cette dernière est la plus infestée par les colonies de *S. avenae* (puceron de l'épi) et qui reste le puceron le plus fréquent sur cette culture. Aussi, nous signalons que ces deux coccinelles sont responsables de minimiser la population de *R. padi* sur cette culture.

En Algérie, dans l'Atlas saharien, deux espèces principales dominant : *C. septempunctata* et *H. variegata*. Elles vivent aux dépens des aphides inféodés aux céréales, diverses végétations herbacées spontanées et cultivées et steppiques '*Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba*, *Lygeum spartum* et *Zizyphus lotus*' (Saharaoui & al., 2014). D'après Saharaoui & Gourreau (1998), le puceron *S. avenae* est une proie très recherchée par les deux espèces de coccinelles : *C. septempunctata* et *H. variegata*. La consommation journalière en *S. avenae* est de 45 individus pour *C. septempunctata* et 34,5 individus pour *H. variegata* (Mohand-Kaci, 2001). Les études d'Ives & al. (1993) ; d'Emden (1995) ; Ferron (1999) ; Coutin (2007) ; Michaud (2012) confirment que les coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de pucerons durant tous les stades de leur vie, elles restent d'excellentes

prédatrices d'agents de lutte biologique contre des pucerons. Une seule coccinelle peut manger jusqu'à 5000 pucerons au cours de sa vie, ce qui signifie qu'elles sont d'une valeur inestimable pour les agriculteurs (Sarwar & Sattar, 2013).

Nous enregistrons une faible présence de ces deux coccinelles sur la culture d'orge par rapport aux autres cultures. Les valeurs faibles de FA % des deux coccinelles pourraient être expliquées par :

➤ Dans cette étude, nous avons noté des FA % pour d'autres espèces prédatrices de pucerons telles que : *C. decipiens* (0,485 %), *C. pludosa* (0,740 %), *M. seriepunctatus* (0,306 %), *Rhagonycha sp2* (0,332 %), *C. carnea* (0,153 %) et *Sphaerophoria sp.* (0,153 %) qui entrent en concurrence avec les pucerons proies avec les coccinelles (**Tab.20**). Ces dernières aussi peuvent exercer une compétition entre elles, lorsque l'alimentation est insuffisante sur l'orge. Saharaoui & al. (2015) indiquent que les coccinelles en général partagent la nourriture avec d'autres consommateurs ayant le même régime, qui peuvent parfois influencer leur développement normal en raison de la compétition qu'ils exercent avec la rareté et/ou l'insuffisance de la proie.

De plus, Martini (2010) dénote que la compétition inter et intraspécifique est un élément important, influençant le comportement naturel des coccinelles en général. Lorsque les coccinelles exploitent une nourriture limitée dans le temps ou en faible quantité, le risque est que, si cette ressource vient à manquer, le nombre de consommateurs augmente. A cela s'ajoute la prédation intra-gilde.

➤ Les valeurs faibles de FA % des espèces de pucerons ravageurs des céréales sur la culture d'orge par rapport aux deux autres cultures 'blé dur et blé tendre', comme les FA % des deux pucerons *R. padi* (0,740 %) et *S. avenae* (6,68 %) qui sont préférés de ces deux coccinelles ont des valeurs inférieures. Saharaoui & al. (2015) affirment que l'espèce *R. padi* étant prédominante, elle constitue la proie principale des coccinelles aphidiphages et autres prédateurs de la même guild. De plus, les aphidiphages ne trouvent pas souvent une nourriture suffisante en raison des perturbations dans la disponibilité de leur proie.

➤ Nous notons également des valeurs élevées de FA % pour quelques espèces parasitoïdes sur la culture d'orge comme *Braconidae sp. ind.* (0,664 %), *Trichogrammatidae sp. ind.* (0,153 %), *Pteromalidae sp. ind.* (0,204 %) et *Proctotrupididae sp. ind.* (0,153 %) (**Tab. 20**). Ces espèces peuvent jouer le rôle de régulation des populations des coccinelles par le parasitisme. Ceryngier & al. (2012) indiquent que plus de 12 familles d'insectes contiennent des espèces parasitoïdes des coccinelles, ils citent : Braconidae, Chalcididae, Encyrtidae, Proctotrupididae, Pteromalidae, Eulophidae et Trichogrammatidae.

Ces deux espèces *C. septempunctata* et *H. (Adonia) variegata* respectivement sont signalées par Kellil (2011) avec une faible présence par rapport à nos résultats, le blé dur (1,36 ; 0,12 %), le blé tendre (1,01 ; 0,19 %), l'orge (0,74 ; 0,11 %) et les céréales (1,06 ; 0,15 %). Au Pakistan, Abbas & al. (2014), sur de blé, ont trouvé que les adultes de *C. septempunctata* (67,92 %) avec ses larves (11,04 %) et ses nymphes (17,92 %) formaient la majeure partie des espèces Coléoptères recensées.

L'espèce prédatrice *Andrenosoma sp.* existe dans le 4^{ème} intervalle comme une espèce commune pour les quatre cultures, 1,6 % de blé dur ; 1,26 % de blé tendre ; 2 % d'orge et 1,55 % de céréales (**Tab. 20, 24 et 25**). Kellil (2011) a enregistré que cette espèce est absente sur les deux cultures de blé dur et d'orge, mais elle est présente sur blé tendre avec une FA % très faible de 0,01 %.

La famille Asilidae 'mouches voleuses' comprend 7000 espèces, répartie en 537 genres dans le monde (Bybee & al., 2004). Les asilides constituent un groupe homogène de prédateurs à l'état adulte, ils contribuent au maintien de l'équilibre naturel entre les populations d'insectes (Majer, 1997 ; Dennis & Lavigne, 2007). Les proies capturées en vol sont très diverses et varient en fonction de l'habitat et de la taille des espèces, les plus grosses espèces d'asilides sont capables de consommer des guêpes, des papillons, des libellules et des sauterelles, tandis que d'autres espèces plus petites se nourrissent de petites mouches, de pucerons ou certaines araignées (Lavigne & al., 2000 ; Lavigne, 2001). En effet, de nombreuses asilides sont des prédateurs d'abeilles comme *Apis mellifera* (Lavigne, 2001 ; Dennis & Lavigne, 2007 ; Rabinovich & Corley, 1997 in Hayat & al., 2008), et causant parfois des dommages importants aux colonies d'abeilles (Dennis & Lavigne, 2007).

Certaines espèces d'asilides sont considérées comme des agents de lutte biologique potentiels contre les larves de scarabées (Wei & al., 1995). Selon l'étude de Dennis & al. (2010), les espèces proies d'asilides représentent 9,1 % des Hémiptères et sont divisées en 3,5 % d'Hétéroptères et 5,6 % d'Homoptères par rapport aux autres espèces d'insectes capturées.

Les larves d'asilides sont prédatrices pour les stades immatures d'autres insectes (Lavigne & al., 1978 in Dennis & al., 2008), elles se nourrissent d'œufs, de larves ou de tout autre corps mou d'insectes qu'ils rencontrent (Hayat & al., 2008). Par la suite, Fisher (1983) in Dennis & al. (2008) a observé que les larves d'*Andrenosoma* vivent dans le bois mort des arbres, où elles se nourrissent de larves de Buprestidae et Cerambycidae.

Concernant l'espèce prédatrice *T. pallidiventris* de la famille Empididae qui a des faibles fréquences d'abondance sur les trois cultures, blé dur, blé tendre et céréales que sur la culture d'orge avec des valeurs de 2,63 ; 1,6 ; 3,37 % et 12,46 % respectivement (**Tab. 20, 24 et 25**).

Seules quelques sous-familles d'Empididae telles que : Clinocerinae, Hemerodromiinae, Tachydromiinae et Hybotinae qui sont exclusivement composées de prédateurs entomophages (Daugeron, 1997 in Panov, 2002), se nourrissent d'insectes vivants, en particulier des larves de Diptères (Cumming, 1994 ; Deletire & *al.*, 1998 ; Scudder & Cannings, 2006 ; Matile, 2000 in Bahid & Kettani, 2013), et d'autres invertébrés (Haenni, 2005 in Bahid & Kettani, 2013), tandis que les autres mouches de danse semblent combiner la prédation avec le nectar et le pollen, car elles visitent souvent les fleurs (Daugeron, 1997 in Panov, 2002).

Dans les résultats de Kellil (2011), *T. pallidiventrīs* est aussi mieux abondante sur la culture d'orge (3,73 %) et des céréales (1,52 %) que les deux autres cultures qui ont presque la même valeur, blé dur (0,70 %) et blé tendre (0,80 %).

Actuellement, la sous-famille Tachydromiinae comprend environ 1200 espèces dans le monde entier et plus de 500 espèces de cette sous-famille est connues du paléarctique (Yang & *al.*, 2007 in Grootaert & Shamshev, 2012). Le genre *Tachydromia* compte actuellement 95 espèces décrites dans le monde (Shamshev & Grootaert, 2005). Les espèces de *Tachydromia* figurent probablement parmi les mouches les plus attrayantes d'Empididae, en raison de leur apparence et de leur comportement. Chvála (1970) in Grootaert & Shamshev (2012) les trouvent généralement en train de courir rapidement sur des troncs d'arbres, des bûches, des cailloux, du sable ou des feuilles d'herbes inférieures ressemblant à certains égards à de petits Hyménoptères ou fourmis.

Pour les trois autres espèces prédatrices '*T. minuta*, *T. flavipes* et *Elaphropyza sp.*' de la même famille 'Empididae' sont abondantes dans le 4^{ème} intervalle sur la culture d'orge (1,56 ; 1,46 et 2,53 %) (Tab. 20, 24 et 25). Alors que ces trois espèces respectivement sont présentes dans le 3^{ème} intervalle pour le blé dur (0,62 ; 0,75 et 0,88 %), le blé tendre (0,19 ; 0,59 et 0,75 %) et les céréales (0,61 et 0,78 %), à l'exception de l'espèce *Elaphropyza sp.* qu'est fréquente dans le 4^{ème} intervalle sur les céréales avec 1,02 % (Tab. 20, 24, 25 et 26).

Le genre *Elaphropeza* appartient à la sous-famille Tachydromiinae, il est distribué dans le monde entier avec 42 espèces connues de la région orientale (Smith, 1975 in Yang & Gaima, 2005). Les *Elaphropeza* adultes sont des habitants des feuilles. Grootaert & Shamshev (2012) ne connaissent pas les habitudes alimentaires des adultes, mais le fort labrum en forme de crochet suggère qu'ils sont des prédateurs comme la plupart des autres Tachydromiinae.

Patnaik & Satpay (1984) in Grootaert & Shamshev (2012) pensent que leurs larves sont des hyperparasites sur d'autres Diptères. Cependant, cette observation doit être confirmée par les ovipositeurs d'*Elaphropeza* qui ne semblent pas être capables de creuser dans le sol, elles sont dépourvues d'épines en forme de pelle comme chez la plupart des espèces de Dolichopodidae et aussi certaines espèces de Brachystomatidae. La plupart des espèces d'*Elaphropeza* ont une

préférence pour l'habitat, elles se rencontrent dans des zones éclairées par le soleil, telles que les marécages, où elles se trouvent sur les feuilles d'herbes courtes (Grootaert & Shamshev, 2012).

1.5.1.3. L'espèce parasitoïde *Dasyscolis sp.*

Dans la culture de blé dur, nous trouvons que l'espèce parasitoïde *Dasyscolis sp.* est dominante dans le 4^{ième} intervalle avec 1,02 %. Ainsi cette espèce existe dans le 3^{ième} intervalle sur les cultures de blé tendre, d'orge et des céréales avec des valeurs très proches de 0,49 ; 0,51 et 0,84 % respectivement (Tab. 20, 24, 25 et 26). La même espèce est notée par Kellil (2011) sur toutes les cultures avec des valeurs semblables entre 0,10 et 0,12 % pour les trois cultures blé dur, blé tendre et céréales, mais sur l'orge avec 0,04 %.

Scoliidae est une famille contient environ 560 espèces appartenant à 43 genres réparties en deux sous-familles : Proscoliinae et Scoliinae (Osten, 2005). Les scoliides ont une importance en terme de contrôle biologique, mais il existe à l'échelle mondiale très peu d'informations sur leurs hôtes (Schulten, 2007). Les larves scoliides se développent en tant qu'ectoparasitoïdes des larves de Coléoptères des 2^{ième} et 3^{ième} stades habitant dans le sol (Illingworth, 1921 in Samin & al., 2014), généralement des Scarabeoidea (Osten, 2005 ; Kumar & Pham, 2015) et rarement des Curculionoidea. Les femelles creusent dans le sol à la recherche de larves de scarabées, les paralysent en les piquant et pondent un œuf sur le corps de l'hôte. La larve de guêpe vit comme un ectoparasitoïde sur l'hôte, la tuant finalement lorsqu'elle est complètement développée (Osten & al., 2003). Pour cette raison, les guêpes scoliides jouent un rôle important dans l'équilibre biologique des ravageurs scarabées et curculionidés des grandes cultures (Osten, 2005). Alors que les adultes scoliides sont des pollinisateurs de diverses plantes sauvages (Özbek & Anlaş, 2011).

1.5.2. Suivant la fréquence d'abondance des espèces les moins dominantes

1.5.2.1. Les espèces ravageuses des céréales

Le puceron de maïs *R. maidis* est une espèce ravageuse des céréales se trouve dans le 3^{ième} intervalle de FA % sur blé dur (0,72 %), sur blé tendre (0,23 %) et sur céréales (0,53 %), mais ce ravageur est absent dans la culture d'orge (Tab. 20, 24 et 26). En revanche, Kellil (2011) a noté que la culture d'orge est plus infestée par *R. maidis* (6,83 %) et les céréales (2,43 %), mais les valeurs de FA % sur blé dur (0,81 %) et blé tendre (0,99 %) sont proches de nos résultats. Nous constatons que Kellil (2011) a trouvé que le *R. maidis* est dominant sur la culture d'orge, mais dans notre cas, il est abondant sur le blé dur.

Le puceron *R. maidis* est une espèce répandue dans le monde entier, ses plantes hôtes sont des Poaceae spontanées et cultivées, des Malvaceae et des Solanaceae telles que : maïs, riz, sorgho, blé, orge, avoine, coton, pomme de terre et aubergine (Bonnemaison, 1962 ; Appert & Deuse, 1982). Ce

puceron montre la préférence alimentaire principale pour le maïs suivi par le sorgho et l'orge, il attaque presque 26 espèces végétales cultivées et 14 espèces de mauvaises herbes (Mohamed & al., 2005).

Les espèces ravageurs des céréales *T. viridissima*, *C. barbarus barbarus*, *E. maura* et *C. mediterraneus* respectivement sont présentes dans le 3^{ième} intervalle de FA % sur toutes les cultures céréalières étudiées. En général, les valeurs de FA % de ces espèces sont proches, ceux de la 1^{ière} espèce est dominante sur orge (0,46 %) et avec une FA % entre 0,34-0,37 % pour les autres cultures. Concernant la 2^{ième} et la 3^{ième} espèce, elles sont abondantes respectivement sur blé tendre (0,41 et 0,55 %), mais la FA % pour les trois autres cultures est entre 0,13-0,28 % pour la 2^{ième} espèce et de 0,35 à 0,40 % de la 3^{ième} espèce. *C. mediterraneus* est fréquente sur le blé dur (0,33 %), alors que ces valeurs sur les autres cultures sont entre 0,11-0,25 % (**Tab. 20, 24 et 26**).

Bien que la diversité des Orthoptères soit considérable, seules quelques espèces peuvent atteindre le statut d'organisme nuisible (Blanchet & al., 2012). Dans la région méditerranéenne, les Orthoptères *Calliptamus barbarus barbarus*, *Dociostaurus maroccanus* et *Tettigonia viridissima* sont considérés comme nuisibles aux principales plantes cultivées d'importance économique (Blanchet & al., 2012 ; Antonatos & al., 2013). Leur diversité et leurs dommages causés sont faibles en Europe centrale et occidentale (Nagy, 1988), même si certaines espèces sont en situation de vulnérabilité et en état de la destruction de leur habitat (Cooper & al., 2012).

Concernant leux deux punaises *D. baccarum* et *Eurygaster sp.* qui sont dominantes dans le 3^{ième} intervalle sur le blé dur (0,25 %) et le blé tendre (0,17 %) respectivement. Nous avons signalé une FA % de la 1^{ière} espèce qui est faiblement notée sur orge avec 0,026 % et entre 0,18-0,21 % pour les deux autres cultures. Mais la 2^{ième} espèce a des valeurs de FA % dans le 2^{ième} intervalle qui sont faibles sur les trois autres cultures entre 0,051-0,098 % (**Tab. 20, 24 et 26**).

Les punaises sont généralement des herbivores polyphages, elles se nourrissent de plantes cultivées et non cultivées. Par conséquent, les plantes sauvages hôtes jouent un rôle important dans l'augmentation des niveaux de population des espèces nuisibles. Les dommages qui en résultent comprennent chute et/ou malformation des graines et des fruits (Panizzi, 1997).

Certaines espèces de la famille des scutelleridés pourraient être nécrophages et attirées par les charognes, aussi la plupart des scutelleridés ne sont pas des ravageurs des cultures à l'exception du genre *Eurygaster* holarctique, qui se nourrit principalement d'herbes tel que le blé (Javahery & al., 2000). Le genre *Eurygaster* comprend dix espèces, dont huit ont été trouvées en Europe et six en Russie (Göllner-Scheiding, 2006). Quatre d'entre elles sont des ravageuses des cultures céréalières : *E. integriceps*, *E. maura*, plus les deux sous-espèces *E. testudinaria* et *E. austriaca*

(Gul & *al.*, 2006). Les espèces d'*Eurygaster* sont les ravageurs les plus dommageables aux céréales, en particulier, les cultures de blé et d'orge en Asie occidentale et centrale, en Afrique du Nord et en Europe de l'Est (Miller & Morse, 1996 in Sanaey & Mirak, 2012).

De plus, nous notons la présence des deux autres espèces ravageuses des céréales qui sont *O. volxemii* et *A. sordidus* existent sur toutes les cultures. La 1^{ière} et la 2^{ième} espèce sont fréquentes sur l'orge dans le 3^{ième} intervalle avec 0,15 et 0,25 % respectivement. Mais sur les autres cultures, elles sont faiblement présentées avec des valeurs se trouvent dans le 2^{ième} intervalle, entre 0,053-0,067 % de la 1^{ère} espèce et entre 0,042-0,080 % pour la 2^{ième} espèce (**Tab. 20, 24 et 26**).

Selon les données bibliographiques, nous présentons quelques informations sur les deux espèces *O. volxemii* et *A. sordidus* :

- ✓ *Ocneridia volxemii* a provoqué une grande épidémie et causée de grands dégâts (Chopard, 1943). Parmi les ravageurs potentiels des céréales cultivées dans les Hauts plateaux est l'acridien *O. volxemii* (Bounechada & Doumandji, 2003), car cet acridien a une grande nocivité locale et s'attaque aux céréales en stades végétatifs et à d'autres cultures (Skaf, 1975 in Fellaouine, 1989). Aussi, Benkenana & Harrat (2009) rajoute que les dégâts provoqués par *O. volxemii* ont une importance économique dans la région de Constantine.
- ✓ Les taupins phytophages jouent un rôle important en tant que ravageurs de la partie souterraine de la plante. Les larves trouvées dans le genre *Agriotes* sont connues pour infliger de graves dommages au maïs et à la pomme de terre, mais elles attaquent aussi d'autres cultures telles que les céréales ou les légumes (Parker & Howard, 2001). Dans les céréales, l'insecte perce la partie souterraine de la plante et remonte jusqu'au voisinage du bourgeon terminal, ce qui entraîne un jaunissement caractéristique de la feuille centrale, tandis que les autres restent encore vertes un moment (Traugott & *al.*, 2007).

Les espèces sont signalées par Kellil (2011), *T. viridissima* est présente seulement sur le blé dur et les deux espèces *C. barbarus barbarus* et *E. maura* existent uniquement sur l'orge avec des abondances très faibles de 0,01 ; 0,10 et 0,02 % respectivement. Mais *O. volxemii* est absent sur orge, mais pour le blé dur et le blé tendre qui ont signalé des FA % faibles de 0,06 et 0,01 % respectivement. Alors que l'espèce *C. mediterraneus*, elle se trouve sur toutes les cultures, sur blé dur, blé tendre, orge et céréales avec 0,03 ; 0,05 ; 0,11 et 0,06 %.

Tableau 26 : Liste des espèces ravageuses des céréales, prédatrices, parasitoïdes, pollinisatrices et nécrophages inventoriées par culture séparée et par l'ensemble de ces trois cultures selon le 3^{ième} intervalle [0,1-0,99] des valeurs de FA % dans les Hautes plaines. (/) : Absence de résultat.

Cultures	Ravageurs des céréales	Prédateurs	Parasitoïdes	Pollinisateurs	Nécrophages
Blé dur	<i>D. noxia</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. maydis</i> , <i>D. baccarum</i> , <i>T. tabidus</i>	<i>H. (Adonia) variegata</i> , <i>Episyrphus</i> <i>balteatus</i> , <i>T. munita</i> , <i>T. flavipes</i> , <i>Elaphropyza</i> sp.	<i>Chalcidoidea</i> sp. ind., <i>Chalcidae</i> sp. ind.	<i>A. mellifera</i> , <i>Andrena</i> sp.	<i>Leucopis</i> sp., <i>Tentyria</i> <i>interrupta</i>
Blé tendre	<i>R. maïdis</i> , <i>D. baccarum</i> , <i>Eurygaster</i> sp., <i>M. barbara</i>	<i>T. minuta</i> , <i>T. flavipes</i> , <i>Elaphropyza</i> sp., <i>Vespidae</i> sp. ind. <i>Anthocoridae</i> sp. ind., <i>Scymnus (Scymnus) interruptus</i>	<i>Dasyscolia</i> sp.	<i>Andrena</i> sp.	/
Orge	<i>O. volxemii</i> , <i>H. tritici</i> , <i>P. alienus</i> , <i>S. maydis</i> , <i>T. tabidus</i> , <i>A. sordidus</i>	<i>Anthocoridae</i> sp. ind., <i>H. (Adonia) variegata</i> , <i>Polistes</i> sp., <i>Sphaerophoria</i> sp.	<i>Chalcidoidea</i> sp. ind., <i>Trichogrammatidae</i> sp. ind., <i>D.</i> <i>rapae</i> , <i>Dasyscolia</i> sp.	<i>A. mellifera</i> , <i>T. squalida</i>	<i>E. tenax</i> , <i>Leucopis</i> sp., <i>Tentyria interrupta</i>
Céréales	<i>D. noxia</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. maydis</i> , <i>D. baccarum</i> , <i>T. tabidus</i> ,	<i>Episyrphus balteatus</i> , <i>T. minuta</i> , <i>T.</i> <i>flavipes</i> , <i>Anthocoridae</i> sp. ind.	<i>Chalcidoidea</i> sp. ind., <i>Chalcidae</i> sp. ind., <i>Dasyscolia</i> sp.	<i>A. mellifera</i> <i>Andrena</i> sp.	<i>Leucopis</i> sp., <i>Tentyria</i> <i>interrupta</i>
Toutes les cultures	<i>T. viridissima</i> , <i>C. barbarus barbarus</i> , <i>C. mediterraneus</i> , <i>E. maura</i>	<i>C. carnea</i>	<i>Pteromalidae</i> sp. ind., <i>Ichneumonidae</i> sp. ind., <i>Braconidae</i> sp. ind., <i>Proctotrupidae</i> sp. ind.	<i>Halictus</i> sp., <i>Hylemyia</i> sp. <i>Lasioglossum (lasioglossum)</i> sp., <i>Lasioglossum (Evylaeus)</i> sp., <i>Eucera</i> sp., <i>Chelostoma</i> sp.	/

1.5.2.2. Les espèces prédatrices

Les espèces *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria sp.* et *Syrphus sp.* de la famille Syrphidae sont des prédateurs des pucerons. Nous trouvons que les valeurs de FA % de la 1^{ière} espèce sont plus élevées sur blé dur (0,13 %) et aussi sur céréales (0,11 %) par rapport au blé tendre (0,085 %) et orge (0,051 %). La 2^{ième} espèce est abondante sur orge (0,15 %) que les autres cultures avec des valeurs entre 0,031-0,074 % sont présentes dans le 2^{ième} intervalle (**Tab. 20 et 26**). L'espèce *Syrphus sp.* est absente sur blé tendre et orge, mais elle est présente sur le blé dur et les céréales avec des valeurs qui ne dépassent pas 0,004 % (**Tab. 20**).

Les syrphes sont reconnus comme étant des prédateurs aphidiphages efficaces au stade larvaire et abondants dans de nombreux agro-écosystèmes (Rotheray, 1993 ; Sarthou, 1996 ; Gutierrez & *al.*, 2005). Le nombre de pucerons consommés peut atteindre jusqu'à 1 200 au cours du stade larvaire (Gilbert, 1986).

A état adulte, les Syrphidae sont parmi les plus importants pollinisateurs chez les Diptères et sont en compétition par rapport aux abeilles (Ssymanck & *al.*, 2008). Mitra & Banerjee (2007) énumèrent plusieurs espèces de syrphes en tant que pollinisateurs de plantes agricoles, horticoles et médicinales. En ce qui concerne le choix des fleurs, les Syrphidés butinent une large gamme de fleurs, les plus visitées étant celles offrant un accès facile au pollen et au nectar de nombreuses familles telles que : les Apiacées, Astéracées et Brassicacées (Wratten & *al.*, 1995). La forme et les habitudes des larves des Syrphidae sont inhabituellement diverses chez les espèces : saprophages, prédatrices, parasites et phytophages. Les larves d'*E. balteatus* sont entomophages et se nourrissent de couvées de fourmis, de pucerons et d'autres Sternorrhyncha à corps mou, ainsi que des larves de guêpes sociales (Thompson & Rotheray, 1998).

De plus, les deux espèces prédatrices de pucerons de l'ordre Neuroptères, *C. carnea* et *L. hispanicus* sont fréquentes sur le blé tendre avec 0,22 et 0,064 % respectivement. *C. carnea* est présente sur les trois autres cultures avec des valeurs entre 0,15-0,19 %, alors que la 2^{ième} espèce est absente sur l'orge et se localise sur les céréales (0,018 %) et le blé dur (0,004 %) (**Tab. 20 et 26**).

Malgré que la plupart des insectes de Neuroptères sont des prédateurs, mais ils ne font pas partie des groupes de prédateurs les plus divers dans la plupart des systèmes agricoles et peuvent être largement dépassés par des groupes tels que les Araneae, Carabidae, Staphylinidae, Coccinellidae, Syrphidae et aussi certains prédateurs généralistes d'Heteroptera (New, 1999). Une étude réalisée en Suisse par Duelli & Obrist (1995) dans quelques agro-écosystèmes, révèle la présence de 599 espèces prédominantes des groupes ci-dessus avec 124 000 spécimens récoltés, seulement 23 espèces étaient de Neuroptères avec 743 individus.

Dans le présent travail, les deux espèces de coccinelles *C. septempunctata* et *H. (Adonia) variegata* restent les plus abondantes en fréquences d'abondance sur les cultures céréalières étudiées par rapport aux espèces de Syrphidae et Chrysopidae (**Tab. 20, 25 et 26**).

Sur les céréales et d'autres cultures herbacées, les Syrphidae et les Chrysopidae demeurent les principaux prédateurs partageant la nourriture avec les coccinelles aphidiphages qui arrivent après les coccinelles. L'activité de ces deux compétiteurs reste très limitée dans la mesure où les larves dénombrées sont faibles malgré la présence d'adultes. Ceci peut être expliqué par la prédation des œufs exercée par les coccinelles, donc l'hypothèse d'une prédation intra-gilde n'est pas à écarter (Saharaoui & al., 2015). Ils ont signalé que les coccinelles ont un rôle régulateur sur les ravageurs aussi important que celui des syrphes (Lyon, 1983 ; Ben Halima-Kamel, 2010) et des chrysopes (Ben Halima-Kamel, 2010).

La culture de blé tendre occupe la première place pour la FA % de l'espèce *Anthocoridae sp. ind.* avec 0,24 %, elle a une FA % faible sur le blé dur 0,06 %. Nous signalons que cette espèce est présente sur l'orge et les céréales avec la même valeur (0,10 %) (**Tab. 20 et 26**).

La famille Anthocoridae (punaises des fleurs) comprend environ 500 à 600 espèces décrites dans la faune mondiale, réparties en 100 genres. La plupart des espèces de cette famille sont prédatrices 'zoo-phytophages'. La majorité des espèces d'Anthocoridae vivant sur des fleurs, des arbustes, sur et sous l'écorce des arbres qui sont souvent recouverts de mousses et de lichens (Lattin, 2000). Elles se nourrissent des pucerons, des psylles, des cochenilles, des thrips, des petites chenilles, des œufs d'insectes et des acariens (Hodgson & Aveling, 1988), et quelques autres espèces sont exclusivement phytophages ou myrmécophiles (Lattin, 2000 ; Saulich & Musolin, 2007).

La coccinelle *S. (Scymnus) interruptus* est fréquente sur le blé tendre avec 0,12 % (**Tab. 20 et 26**), mais sur le blé dur et les céréales, elle a été signalée par des FA % très faibles de 0,02 et 0,05 % respectivement. De plus cette coccinelle est absente sur l'orge (**Tab.20**).

Les espèces du genre *Scymnus* appartiennent à un groupe de petite taille et mal connu de Coccinellidae, mais, ce groupe composé par des agents de lutte biologique (Sebastião & al., 2015). Cependant, ces dernières années, de nombreuses études ont été réalisées dans la perspective de leur utilisation comme des agents de contrôle biologique (Woin & al., 2006). Völkl & Vohland (1996) in Agarwala & Yasuda (2001) indiquent que les larves de l'espèce aphidiphage *S. interruptus* recouvrent leur corps de cire, cette substance protège ces larves contre les attaques des fourmis qui sont fréquentes dans les colonies de pucerons sur les conifères. En Turquie, *S. interruptus* se nourrit presque de dix espèces de pucerons de la famille Aphididae, l'espèce la plus préférée est *A. fabae* (Aslan & Uygun, 2005 ; Kaya, 2009). Cette coccinelle fréquente les colonies de pucerons sur les arbres appartenant aux genres *Prunus*, *Malus* et *Populus* (Öncüer, 1977 in Kaya, 2009).

Dixon (2007) confirme que les petites espèces de coccinelles aphidiphages ont besoin de plus faibles densités de populations de pucerons pour la reproduction que les espèces de grande taille. Ces petites coccinelles peuvent être en mesure de nourrir les colonies de pucerons au début et /ou à la fin de leur stade de développement et pour une plus longue période qui leur donnerait la possibilité d'exploiter différentes niches spatiales et temporelles que les grandes coccinelles (Agarwala & Yasuda, 2001).

Les deux autres coccinelles *Scymnus (Pullus) subvillosus* et *Scymnus (Scymnus) pallipediformis* ont des valeurs de FA % très faibles. La 1^{ière} espèce est présente uniquement sur le blé dur avec 0,012 %, alors que la 2^{ième} espèce existe sur les trois cultures de blé dur, de blé tendre et d'orge avec des FA % de 0,098 ; 0,011 et 0,026 % respectivement (**Tab.20**).

Au Portugal, la majorité des coccinelles qui existent dans les vergers des agrumes appartiennent au genre *Scymnus*, Magro & Heptinne (1999) dénotent les deux espèces : *Scymnus (Pullus) subvillosus* et *Scymnus (Scymnus) interruptus*. Ainsi à Valence (Espagne), Alvis & al. (2002) observent ces deux mêmes coccinelles sur les agrumes qui sont abondantes de mai à octobre, avec un maximum au printemps. Ces deux espèces sont considérées comme des agents de contrôle biologique des cochenilles, des pucerons et d'autres petits Arthropodes (Alvis & al., 2002).

Malgré que ces trois espèces de coccinelles ne sont pas spécialistes afin de contrôler les populations de pucerons ravageurs des céréales, mais elles se trouvent sur les cultures céréalières pour assurer la nourriture, sans provoquer aucune pullulation sur ces cultures. Saharaoui & al. (2015) signalent que les espèces de petite taille représentées par les *Scymnini* "*S. subvillosus*, *S. pallipediformis* et *S. interruptus*" s'installent dans la culture de blé soit au début de l'arrivée des premiers ailés de pucerons ou à partir de la chute de la population de proies, mais, sans toutefois développer des descendances viables sur céréales. D'après les observations des mêmes auteurs, ces petites coccinelles se reproduisent sur des plantes comme la vesce-avoine et diverses plantes adventices se trouvant aux alentours des champs de blé et vont rejoindre par la suite les autres cultures pour se nourrir.

Les cinq espèces *Sphaerophoria sp.*, *Syrphus sp.*, *C. carnea*, *L. hispanicus* et *Anthocoridae sp. ind.* sont notées dans le travail de Kellil (2011), la 4^{ième} et la 5^{ième} espèce sont absentes sur blé dur et blé tendre et sont présence sur l'orge respectivement avec des valeurs faibles de 0,02 et 0,08 %. La 2^{ième} et la 3^{ième} espèce sont dominantes sur le blé dur avec 0,06 et 0,04 % respectivement, alors que la 1^{ière} espèce est abondante sur le blé tendre (0,09 %).

Les deux espèces Hyménoptères prédatrices *Vespidae sp. ind.* et *Polistes sp.* sont présentes sur toutes les cultures, avec une grande valeur de FA % sur le blé tendre et l'orge de 0,15 et 0,13 % respectivement (**Tab. 20 et 26**). Cependant, sur le blé dur, l'orge et les céréales, les valeurs de FA%

de ces espèces se localisent dans le 2^{ième} intervalle entre 0,03-0,08 % pour la 1^{ière} espèce, et entre 0,05-0,09 % de la 2^{ième} espèce sur les cultures de blé dur, de blé tendre et des céréales (**Tab. 20**).

Vespidae est une famille cosmopolite mais principalement tropicale, contenant environ 5000 espèces décrites dans le monde, distribuées sur 6 sous-familles (Aguilar & al., 2013 in Bodlah & al., 2015), et avec 300 espèces signalées en Europe (Villemant & al., 2006). Ainsi, le genre *Polistes* est l'un des groupes de guêpes sociales les plus connues et les plus répandues, il comprend plus de 200 espèces présentes sur les six continents (Carpenter, 1996).

Grissell (1999) dénote que les guêpes solitaires prédatrices sont des spécialistes dans le choix de l'habitat de leurs nids et de leurs sites de nidification. Ces guêpes sont d'importants pollinisateurs des cultures fruitières et légumières, mais moins efficace en tant que pollinisateurs dans les écosystèmes naturels, leurs adultes visitent régulièrement les fleurs et consomment du nectar, ce dernier est collecté également pour l'alimentation en énergie de leurs colonies.

Kellil (2011) a trouvé ces deux espèces, mais *Vespidae sp. ind.* est présente uniquement sur blé tendre (0,013 %), ainsi *Polistes sp.* est absente sur l'orge, mais elle est fréquente sur blé tendre (0,15 %) par rapport au blé dur (0,07 %).

Les espèces de Vespidae sont des agents de lutte biologique qui se nourrissent leurs larves de pucerons et de chenilles (Rasnitsyn & Quicke, 2002). Elles piègent les insectes morts, les vers de terre et autres charognes, et mêmes les déchets (Mahmood & al., 2012). L'élimination de ces prédateurs pourrait entraîner un effet de cascade, une augmentation de l'abondance des insectes proies et des araignées (Grissell, 1999).

Nous constatons que les 8 espèces des Carabidae et les 7 espèces des Coccinellidae sont prédatrices et qui ont des faibles valeurs de FA % présentes dans le 1^{er} et le 2^{ième} intervalle. La dominance en nombre d'espèces de ces deux familles est signalée sur le blé dur avec 6 et 7 espèces respectivement, et entre 1 et 2 espèces sur chacune des deux autres cultures, l'orge et le blé tendre (**Tab. 20**). Păuneț (2010), en étudiant la structure et la dynamique des populations des Carabidae dans les champs de céréales en Roumanie durant deux années d'échantillonnage, a trouvé 17 espèces, 12 genres et 6 sous-familles avec un effectif de 377 individus en 2006, et 24 espèces, 6 genres et 12 sous-familles avec un nombre de spécimens de 398 individus en 2007. Les espèces de carabes les plus abondantes en effectif appartiennent aux genres : *Zabrus*, *Harpalus*, *Pseudophonus*, *Ophonus* et *Amara*.

Dans cette étude, nous avons recensé une diversité des espèces prédatrices ‘*Anthocoridae sp. ind.*, *S. (Scymnus) interruptus*, *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria sp.*, *Syrphus sp.*, *Vespidae sp. ind.* et *Polistes sp.*’ appartenant à plusieurs ordres taxonomiques. Selon Smith & Chaney (2007), la majorité des espèces prédatrices que nous avons échantillonné à l'état adulte, mais en réalité, les larves de ces espèces provoquant la prédation des autres Arthropodes. Environ 40 % des espèces du

monde appartiennent à des groupes de larves zoophages, se nourrissant principalement de pucerons, des cochenilles et d'autres parasites Homoptères. Ils peuvent être assez efficaces pour prévenir les épidémies de pucerons nuisibles aux cultures, en particulier dans les paysages avec des mosaïques de végétation semi-naturelle comme les haies et les cultures (Smith & Chaney, 2007).

1.5.2.3. Les espèces parasitoïdes

La fréquence d'abondance des espèces parasitoïdes suivantes *Pteromalidae sp. ind.*, *Ichneumoniodae sp. ind.*, *Proctotrupidae sp. ind.* et *Braconidae sp. ind.* se trouvent dans le 3^{ième} intervalle et sur toutes les cultures (**Tab. 20 et 26**). Les Hyménoptères parasitoïdes sont l'un des groupes d'insectes les plus taxonomiquement complexes et les plus importants du point de vue économique (Godfray, 1994). Ils constituent le groupe de contrôle biologique, le plus important pour lutter contre de nombreux ravageurs des cultures et peuvent constituer une espèce clé, en raison de leur grande diversité et de la spécificité de leurs hôtes (Barbosa, 1998 ; Rakhshani & al., 2013). Miller (1986) in Grissell (1999) affirme que les Hyménoptères parasitoïdes représentent l'épine dorsale numérique de l'ordre.

Ces trois premières espèces respectivement sont dominantes sur le blé tendre (0,24 ; 0,29 et 0,51 %). Elles ont des valeurs très proches entre 0,14-0,28 % sur les autres cultures blé dur, orge et céréales (**Tab. 20 et 26**). Nous présentons dans cet élément quelques données bibliographiques pour les deux familles Pteromalidae et Proctotrupidae :

- ✓ Pteromalidae est une famille paraphylétique répartie dans toutes les régions du monde avec 3506 espèces distribuées sur 30 sous-familles et 588 genres (Noyes, 2010 in Mitroiu & al., 2011). Les ptéromalides sont des parasitoïdes primaires ou hyperparasitoïdes (Stary, 1970 ; Desjardins & al., 2007), la plupart sont des idiobiontes ectoparasitoïdes (Boucek & Rasplus, 1991 in Rasplus & al., 2010). Elles paralysent plusieurs insectes des cinq ordres supérieurs et certains Arachnides à leurs différents stades de développement (Desjardins & al., 2007).
- ✓ Proctotrupidae est une famille cosmopolite qui préfère les régions à climat tempéré et humide, elle comprend environ 320 espèces et 27 genres dans l'arctique (Johnson, 1992). Elles sont des endoparasites larvaires d'au moins une douzaine de familles de Coléoptères (Johnson, 1992), surtout les espèces vivant dans les litières ou du bois pourri (Madl, 2015). Ainsi, elles parasitent quelques espèces des deux familles de Diptères : Mycetophilidae et Sciaridae (Johnson, 1992).

En revanche, *Braconidae sp. ind.* est fréquente sur orge (0,66 %), suivie par le blé dur et les céréales avec une même valeur de 0,26 % et elle est faible sur blé tendre (0,07 %) (**Tab. 20 et 26**). Nous nous référons à la bibliographie pour quelques données essentielles sur ces deux familles :

L'un des plus grands groupes d'Hyménoptères parasitoïdes et aussi la plus grande famille d'animaux au monde est la super-famille Ichneumonoidea (Gauld & *al.*, 2002), qui se compose de deux familles 'Ichneumonidae et Braconidae', est divisée en 64 sous-familles (Wahl & Sharkey, 1993), avec une estimation de 100 000 espèces dans le monde (Gauld, 1997 ; Gauld & *al.*, 2002).

- ✓ La famille Ichneumonidae est mégadivers en Europe avec environ 5500 espèces, elle est divisée en plus de 30 sous-familles. L'ectoparasitisme est considéré comme la condition primitive et l'endoparasitisme qui a évolué plusieurs fois de manière indépendante au sein de cette famille (Rasplus & *al.*, 2010). Ils parasitent principalement les stades immatures du Holometabola, et souvent sont associés à des Lépidoptères et des Hyménoptères comme les Tenthredes (Gauld, 1991). De plus, ils parasitent une population des larves de syrphidés (Sarhou, 1996).
- ✓ La famille des Braconidae compte de nombreuses espèces connues pour être des régulateurs naturels des populations de pucerons (Rakhshani & *al.*, 2013), des abondances sont plus élevées de ces parasitoïdes des différents pucerons dans de nombreuses cultures telles que le blé (Rakhshani & *al.*, 2008).

Les espèces *Trichogrammatidae sp. ind.* et *Chalcidoidea sp. ind.* respectivement ont des FA % supérieures sur la culture d'orge avec 0,15 et 0,36 % par rapport aux autres cultures (**Tab. 20 et 26**). Sur les deux cultures, le blé dur et les céréales, ces deux espèces ont des valeurs de 0,07 et 0,14 % respectivement, mais la culture de blé tendre a une valeur identique de 0,03 % pour ces deux espèces (**Tab. 20 et 26**).

La famille des Trichogrammatidae est l'un des groupes les plus divers sur le plan biologique, avec environ de 800 espèces réparties en 89 genres (Querino & *al.*, 2010). Elle se constitue de petites guêpes qui se développent dans les œufs des autres insectes (Hayat, 2008). Elles sont des endoparasitoïdes solitaires ou grégaires d'œufs principalement des Lépidoptères, des Hémiptères et des Coléoptères, parfois elles peuvent se développer en hyperparasitoïdes (Rasplus & *al.*, 2010).

Le parasitoïde *Chalcididae sp. ind.* est absent sur l'orge, mais dominant sur le blé dur (0,27 %), suivi par les céréales (0,18 %). Nous enregistrons que la culture de blé tendre a la même valeur de la FA % que *Trichogrammatidae sp. ind.* et *Chalcidoidea sp. ind.* (**Tab. 20 et 26**).

La super-famille des Chalcidoidea comprend plus de 23 000 espèces décrites dans le monde (Heraty, 2009 ; Heraty & *al.*, 2013), elle englobe entre 19 à 22 familles (Querino & *al.*, 2010 ; Heraty & *al.*, 2013). La plupart des guêpes chalcidiques sont des parasitoïdes, elles attaquent les stades immatures et les adultes pratiquement de tous les ordres d'insectes, mais elles ont leur plus grande diversification sur l'Hémiptères holométaboles (Heraty, 2009).

Chalcididae comprend 96 genres et 1469 espèces dans le monde (Aguilar & *al.*, 2013). De nombreuses espèces chalcidiennes sont utilisées avec succès comme des agents de lutte biologique

contre les organismes nuisibles de l'agriculture et des plantes ornementales (Heraty, 2009). Les hôtes de ces parasitoïdes ou hyperparasitoïdes sont principalement des Lépidoptères et des Diptères, moins fréquemment des Coléoptères, des Neuroptères ou des Hyménoptères (Delvare, 2006).

La FA % de *D. rapae* est dominante sur l'orge avec 0,15 %, alors qu'elle existe dans le 2^{ième} intervalle entre 0,059-0,096 % pour les autres cultures (**Tab. 20 et 26**).

D. rapae a deux synonymes ''*Aphidius rapae* ou *Aphidius brassicae*'' et qui est couramment associé aux pucerons des Brassicaceae tels que *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi* et *Myzus persicae* (Blande & al., 2004 ; 2007). Ce parasitoïde utilise, en effet l'odeur caractéristique des Brassicaceae 'allylthiocyanates' pour localiser ses hôtes et semble attirer par les composés secondaires émis par ces plantes après une attaque par les phytophages (Read & al., 1970). Starý (1999) cite quelques d'autres pucerons des céréales comme des hôtes de ce parasitoïde tels que : *S. graminum*, *S. avenae* et *R. padi*.

Les autres parasitoïdes des pucerons '*Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae*, *Lysiphlebus confusus* et *Praon volucre*' de la famille Braconidae et la sous-famille Aphidiinae sont présentes sur le blé dur et les céréales. Seulement, ces deux espèces d'*Aphidius* se trouvent sur le blé tendre et totalement absentes sur l'orge (**Tab. 20**). Ces espèces sont enregistrées dans le 1^{er} et le 2^{ième} intervalle avec des faibles FA % entre 0,003-0,004 et 0,04-0,09 % respectivement (**Tab. 20**).

Dans le monde entier, environ 600 espèces de parasitoïdes de pucerons et entre 210 et 241 espèces en Europe (Boivin & al., 2012 ; Yu & al., 2012 in Akar & Erdoğn, 2017). Toutes les espèces de la sous-famille Aphidiinae sont des endoparasitoïdes solitaires et des koïnobiontes des pucerons et peuvent être considérées comme des agents de lutte biologique importants (Shaw & Huddleston, 1991 in Akar & Erdoğn, 2017). Les parasitoïdes de pucerons des céréales ne peuvent pas nécessiter une végétation alternative comme sites d'alimentation (Schmidt & al., 2005), car ces parasitoïdes exploitent le miellat produit par ces pucerons, ils l'exploitent comme un aliment en remplacement du pollen et du nectar (Vollhardt & al., 2008).

La sous-famille Aphidiinae englobe environ 60 genres (Starý, 1988), et *Aphidius* est considéré comme le genre le plus riche en espèces avec 70 espèces (Tomanović & al., 2003). Les espèces d'*Aphidius* sont les plus abondantes et sont largement distribuées (Rakhshani & al., 2008). Afin d'éclaircir des notions de bases de quelques espèces parasitoïdes de la sous-famille Aphidiinae, la bibliographie nous aide avec quelques notions sur les espèces les plus fréquentes :

- ✓ *Aphidius ervi* est originaire d'Afrique du Nord (Starý, 1976 in Muller & al., 2014). Il parasite principalement les pucerons infestant les légumineuses, mais avec une moindre mesure contre les pucerons des céréales (Cameron & al., 1984), et les aphides de quelques cultures maraichères (Boivin & al., 2012). Millar (1990) signale au moins 15 espèces de pucerons

parasitées par *A. ervi*. Il s'agit notamment de *Acyrtosiphon kondoi*, *A. Pisum*, *A. Malvae*, *Aulacorthum solani*, *D. noxia*, *M. euphorbiae*, *M. rosae*, *M. dirhodum*, *M. persicae*, *S. avenae* et *S. fragariae* (Tomanović & al., 2003; Starý, 1976 in Muller & al., 2014), et aussi les quatre pucerons : *A. gossypii*, *R. maidis*, *R. padi* et *S. graminum* (Tomanović & al., 2003).

- ✓ *Aphidius matricariae* est cosmopolite a été utilisée dans plusieurs programmes de lutte biologique, elle a été introduite dans 81 pays, et elle peut parasiter environ 115 espèces de pucerons (Yu & al., 2005 in Lee & al., 2007). Elle parasite *D. noxia* qui est un ravageur exotique majeur des céréales aux États-Unis (Brooks & al., 1994 in De Farias & Hopper, 1999), le même cas est signalé à Montpellier en France (De Farias, 1995 in De Farias & Hopper, 1999), mais au Brésil cette guêpe a été trouvée sur *A. gossypii* (Starý & al., 2007). En Algérie, elle a été signalée sur *B. helichrysi* qui se nourrit d'Asteraceae (Aggoun & al., 2016).
- ✓ Le genre *Lysiphlebus* regroupe 30 espèces (Rakhshani & al., 2007). Il attaque de petits hôtes de pucerons des deux genres *Aphis* et *Brachycaudus* (Kavallieratos & al., 2004). En Algérie, *L. confusus* parasite les trois pucerons : *B. cardui*, *A. euphorbiae* et *A. fabae* (Aggoun & al., 2016). En Iran, il parasite *A. fabae*, *A. craccivora*, *A. gossypii* et *B. helichrysi* (Nazari & al., 2012).
- ✓ Le genre *Praon* comprend 50 espèces (Kavallieratos & al., 2005). En Iran, Zareh & al. (1995) in Rakhshani & al. (2007) affirment que *P. volucre* est un parasitoïde de *D. noxia*. Les mêmes auteurs signalent que *P. volucre* est un parasitoïde de pucerons des céréales qui sont installés sur des plusieurs plantes des graminées, *R. padi* et *S. avenae* (*T. aestivum*), *R. maidis* (*Z. mays*) et *S. graminum* (*Bromus*). Silva & al. (2009) observent également des taux élevés de parasitisme des pucerons *M. euphorbiae*, *Uroleucon ambrosiae* et *Aulacorthum solani* par ce parasitoïde. Stilmant & al. (2008) signalent que de grands pourcentages de mortalité de *P. volucre* immature sont enregistrés chez *S. avenae*, *M. dirhodum* et *R. padi* avec 35,3 ; 38,7 et 38,7 % respectivement.

La FA % de *Chorebus sp.* et *Dinocampus coccinellae* se trouve dans le 2^{ième} et le 1^{er} intervalle pour ces deux espèces respectivement. La 1^{ière} espèce est signalée sur le blé dur (0,055 %), le blé tendre (0,042 %) et les céréales (0,046 %) (**Tab.20**). *Chorebus* est le plus grand genre de la sous-famille Alysiinae avec 220 espèces paléarctiques décrites (Yu & al., 2012 in Yari & al., 2016). Ce genre a un rôle écologique très important, car il contrôle une grande diversité d'espèces nuisibles de Diptères telles que les Agromyzidae et les Ephydriidae (Pardo, 2010 in Yari & al., 2016).

Dinocampus coccinellae qui est présente seulement sur le blé dur (0,004 %) et les céréales (0,003 %) (**Tab.20**). Nous notons une très faible valeur de FA % pour ce parasitoïde et aussi une absence totale sur la culture d'orge (**Tab.20**). *D. coccinellae* est un parasitoïde solitaire cosmopolite

de coccinelles adultes appartenant à la sous-famille des Coccinellinae (Ceryngier & *al.*, 2012). Lorsque les hôtes adultes sont rares, elles peuvent également parasiter les larves et les nymphes (Francati, 2015). Le taux de parasitisme des coccinelles par *D. coccinellae* peut varier considérablement en fonction du lieu, de la saison, de l'espèce hôte et, au sein d'une même espèce sous l'influence de l'âge et le régime alimentaire d'hôte (Ceryngier & *al.*, 2012).

Malgré que la FA % des deux espèces d'*Agromyzidae sp.ind.* et *Phytomyza sp.* sont fréquentes sur l'orge que les autres cultures, mais leur parasitoïde *Chorebus sp.* est absent. Par contre, l'absence de *D. coccinellae* sur la culture d'orge pourrait être expliquée par le recensement de trois espèces uniquement de coccinelles sur la culture d'orge et aussi les deux espèces de coccinelles les plus fréquentes ont des faibles FA % sur cette culture par rapport aux autres (**Tab. 20**).

Nous constatons une faible fréquence d'abondance d'une manière générale pour les cinq espèces parasitoïdes des pucerons. Cette faiblesse peut justifier par le manque d'une interaction entre le parasitoïde et le puceron au niveau des signes d'atterrissage physico-chimiques, et aussi l'absence des mauvaises herbes au centre des parcelles d'étude qui peuvent jouer le rôle de réservoir des pucerons de céréales avant les attaques des cultures.

Selon Hatano & *al.* (2008), les signaux attirés par les parasitoïdes peuvent être physiques tels que la couleur, la taille d'hôte et la forme, et chimiques comme les sécrétions des cornicules des pucerons. Ces facteurs provoquent une série de réponses comportementales directes chez la femelle qui permettent de réduire et de limiter la zone et les habitats recherchés, conduisant à la localisation de l'hôte (Rehman & Powell, 2010). De plus, les mauvaises herbes et d'autres cultures pourraient jouer un rôle central dans l'augmentation de l'abondance de parasitoïdes Hyménoptères avant l'arrivée des pucerons chez leurs hôtes (Bortolotto & *al.*, 2015).

L'échantillonnage des momies de pucerons dans ce travail a été très faible durant toute la période d'étude, nous avons trouvé seulement 17 momies. Malheureusement, la majorité de ces momies sont vides, parce que les espèces parasitoïdes sortent et laissent uniquement le trou de sortie et l'exosquelette des pucerons. D'après Dahlman (1990), le puceron-hôte meurt durant le quatrième stade larvaire du parasitoïde, juste avant la mue nymphale, et seule la cuticule du puceron persiste, ses organes et tissus ayant été entièrement consommés. Ce stade caractéristique de puceron parasité est nommé «momie». La faible existence de ces momies et la baisse du taux de parasitisme pourraient être expliquées par plusieurs facteurs comme :

- ✓ La diversité des espèces végétales et des taxons d'insectes dans les agro-écosystèmes étudiés et autour d'eux empêchent le choix des espèces parasitoïdes soit de la plante hôte, soit de

l'insecte. De Rijk & al. (2016) dénotent que la présence d'un grand nombre d'espèces végétales et/ou d'insectes non-hôtes, ainsi que des odeurs diversifiées concomitantes dans les communautés végétales naturelles peuvent nuire à la capacité de détection de la présence d'hôtes appropriés par les parasitoïdes. Les taux de parasitisme dans les polycultures, sont parfois améliorés, diminués ou restent inchangés par rapport à ceux observés en monocultures (Björkman & al., 2009).

- ✓ Pendant l'échantillonnage, nous avons récolté les adultes et les larves de *C. carnea* sur les plantes hôtes étudiées, il existe peut être une relation étroite entre *C. carnea* et les espèces parasitoïdes. Selon Tremblay (1980) in New (1999), les larves de *C. carnea* peuvent également manger mêmes des pucerons contenant des momies parasitoïdes.
- ✓ La fréquence d'abondance des espèces parasitoïdes des pucerons est faible durant les 3 années d'étude, nous pouvons dire que les conditions abiotiques empêchent la pullulation des parasitoïdes. D'après Kavallieratos & al. (2005), l'abondance relative des espèces de parasitoïdes aphidiennes est différente d'une année à l'autre. Par ailleurs, d'autres facteurs interviennent également pour déterminer la performance de ces parasitoïdes tels que la température, l'humidité relative de l'air, le support végétal, la situation géographique et l'activité des hyperparasitoïdes (Starý, 1970).
- ✓ L'ensemble de ces cinq espèces parasitoïdes de pucerons inventoriées ne sont pas vraiment spécifiques pour les colonies des pucerons de céréales recensées, et aussi nous pourrions dire qu'il n'existe pas une coïncidence entre la ponte des parasitoïdes et le stade convenable de puceron comme hôte. Turlings & Benrey (1998) confirment que les stimuli utilisés chez les parasitoïdes semblent varier essentiellement en fonction de deux facteurs : le degré de spécialisation du parasitoïde et le stade hôte attaqué. Cette sélection serait dépendante à la fois de facteurs environnementaux et de facteurs liés à l'hôte.
- ✓ Enfin, nous pouvons rajouter que les pucerons ont des mécanismes de défense contre leurs ennemis naturels. Gross (1993) dénote que chez les pucerons, la phéromone d'alarme produite par les cornicules joue un rôle dissuasif envers les parasitoïdes. En effet, l'attaque d'un parasitoïde provoque une défense inductible qui peut jouer un rôle dans la relation et l'interaction entre ce parasitoïde et son hôte, cette interaction se marque notamment par une réponse immunitaire par les pucerons (Grundler & al., 1997).

Les espèces des Hyménoptères parasitoïdes citées par Kellil (2011) sont communes avec nos espèces '*Proctotrupidae sp. ind.*, *Chalcididae sp. ind.*, *Pteromalidae sp. ind.* et *D. rapae*'. Il note que la 1^{ière} espèce est absente dans l'orge et ainsi que la 2^{ième} espèce n'existe pas sur l'orge et le blé dur, mais ces valeurs de FA % pour les autres cultures sont entre 0,013-0,055 %. Pour la 3^{ième} et la

4^{ème} espèce sont présentes sur toutes les cultures avec des valeurs proches entre 0,10-0,17 %. Aussi, en Slovaquie, Gallo & Pekār (1999) ont trouvé des espèces parasitoïdes des familles : Aphidiidae, Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae et Pteromalidae dans les champs du blé. Par ailleurs, en Arabie Saoudite, Asiry (2015) a inventorié des parasitoïdes sur la culture d'orge. Les résultats ont montré que 5 espèces de la sous-famille Aphidiinae ont été capturées. L'espèce la plus dominante est *L. fabarum* avec 67,70 % par rapport aux autres espèces.

Nous constatons que les familles des espèces parasitoïdes existant dans notre étude sont presque les mêmes citées par Gallo & Pekār (1999) et Kellil (2011). Ulrich (1999 b) dénote que les Braconidae et les Ichneumonidae représentent près de la moitié du nombre d'espèces, les Chalcidoidea représentent presque de 20 % des espèces, mais il n'y a que 7 % de Proctotrupeoidea et 4 % de Cynipoidea.

1.5.2.4. Les espèces phytophages pollinisatrices

Dans notre cas, l'espèce pollinisatrice *T. squalida* est la plus abondante sur la culture d'orge avec 0,13 %, mais les FA % sur les autres cultures (blé dur, blé tendre et céréales) sont très faibles et présentes dans le 2^{ème} intervalle avec des valeurs entre 0,04-0,07 %. Cette espèce est plus abondante dans Kellil (2011) sur toutes les cultures, mais elle a la FA % la plus élevée sur la culture d'orge (8,51 %), suivie par les céréales, le blé dur et le blé tendre avec 7,33 ; 7,28 et 6,59 % respectivement.

Environ 35 % de la production mondiale provenant de cultures comprennent au moins 800 plantes cultivées dépendant de la pollinisation des animaux (Nicholls & Altieri, 2013). Les insectes pollinisateurs favorisent la reproduction des plantes supérieures (Strebler, 1989 in Regnault-Royer, 2002), ils améliorent la production agricole de nombreuses cultures commerciales tels que les fruits et les légumes (Klein & al., 2007). De nombreuses espèces des ordres d'insectes Hymenoptera, Diptera et Lepidoptera sont d'importants pollinisateurs d'espèces végétales à fleurs. Certaines espèces de Coléoptères pollinisent également les plantes à fleurs (Steiner, 1998).

Les deux espèces pollinisatrices des Apoïdes '*Andrena sp.*, *A. mellifera*' et plus d'une espèce de la famille Anthomyiidae '*Hylemya sp.*' sont présentes respectivement sur toutes les cultures, mais avec des FA % dominantes sur le blé dur (0,27 %), l'orge (0,25 ; 0,99 %). Les valeurs de la 1^{ère} espèce sont différentes sur les céréales, le blé tendre et l'orge (0,21 ; 0,13 et 0,77 % respectivement) (**Tab.20 et 26**). La 2^{ème} et la 3^{ème} espèce ont la même valeur sur le blé tendre (0,064 %) (**Tab. 20**), dans le blé dur et les céréales, nous notons la valeur de 0,12 % sur chacune des deux ces cultures de la 2^{ème} espèce, et 0,22 et 0,26 % respectivement pour la 3^{ème} espèce (**Tab. 20 et 26**).

Les abeilles visitent les fleurs et sont des pollinisateurs efficaces des angiospermes (Sharkey, 2007), les Apoidea contribuent à la reproduction sexuée, autrement dit à la survie et à l'évolution, de plus de 80 % des espèces de plantes à fleurs (Vaissière, 2002). Aussi, les abeilles sont totalement dépendantes des ressources florales pour l'entretien des adultes et des nids (Gadagkar, 1991), en plus leurs larves sont phytophages et se développent sur un mélange de pollen et de nectar (Sharkey, 2007).

Ces trois espèces existent dans l'étude de Kellil (2011) sur toutes les cultures, la 1^{ière}, la 2^{ième} et la 3^{ième} espèce sont respectivement dominantes sur le blé tendre (0,69 %), l'orge (0,57 %) et le blé dur (0,22 %). Les valeurs de FA % sur le reste des cultures sont entre 0,19-0,47 % pour les deux premières espèces, et entre 0,15-0,18 % pour la dernière espèce.

La plupart des fleurs entomophiles sont visitées par plusieurs types d'insectes. Comme les populations d'espèces d'insectes fluctuent dans le temps, l'importance relative d'un pollinisateur donné peut varier d'une année à l'autre ou d'une saison à l'autre (Kearns, 2001). La transformation de l'agriculture au cours des cinquante dernières années a provoqué une baisse du nombre d'abeilles et d'autres insectes pollinisateurs (Nicholls & Altieri, 2013). Ainsi, les contributions relatives des abeilles et des mouches aux plantes dotées de systèmes de pollinisation redondants sont susceptibles de se varier en effectifs et en espèces dans le temps (Ssymank & al., 2008).

Nous observons que dans le 3^{ième} intervalle la présence de quatre espèces pollinisatrices des Apoïdes qui sont communes entre toutes les cultures étudiées, *Halictus sp.*, *Lasioglossum (lasioglossum)sp.*, *Lasioglossum (Evylaeus)sp.*, *Eucera sp.* ont des valeurs de FA % entre 0,15-0,65 % (**Tab. 20 et 26**).

Le cycle de vie des abeilles mellifères peut être court, couvrant une saison seulement, ou durer plus longtemps, pour plus d'une saison (Farha-Rehman & al., 2010). Les abeilles sont maintenant reconnues comme un groupe important d'ingénieurs des écosystèmes qui entrent dans la disponibilité des ressources comme les plantes pour d'autres organismes (Jones & al., 1994).

1.5.2.5. Les espèces nécrophages

Les deux espèces nécrophages *Leucopis sp.* et *T. interrupta* sont respectivement notées comme des espèces communes dans le 3^{ième} intervalle sur les trois cultures, blé dur (0,16 ; 0,17 %), orge (0,33 ; 0,15 %) et céréales (0,15 ; 0,13 %) (**Tab. 20 et 26**).

Dans les régions désertiques et subdésertiques le rôle des Arthropodes du sol comme les larves des Coléoptères de la famille ténébrionidés qui peuvent jouer, en raison de leur abondance, de leur régime omnivore et de leur équipement enzymatique, ils sont capables de digérer la cellulose, et par conséquent ils ont un rôle important dans la dégradation de la matière organique (Dajoz, 2003).

E. tenax est présent avec une valeur supérieure sur l'orge (0,15 %), mais il a des valeurs dans 2^{ème} intervalle entre 0,04-0,07 % pour les trois autres cultures. Dans 3^{ème} intervalle, la culture de blé tendre n'englobe aucune espèce nécrophage (**Tab. 20 et 26**).

Les larves de syrphes saprophages exploitent les conditions humides à mouillé (Grootaert & al., 1988 ; Courtney & al., 2009) et sont généralement associées à la fermentation de la sève des arbres, des trous de pourriture et du bois tombé, de la végétation en décomposition dans l'eau, de compost humide et des excréments (Courtney & al., 2009). D'après Sarthou (1996), les larves de la sous famille Eristalinae sont aquatiques ou semi-aquatiques et adoptent la saprophagie, comme mode d'alimentation le plus répandu. Les espèces *Eristalis tenax* et *Eristalis arbustorum* sont les plus communes du genre *Eristalis*, les adultes sont généralistes en matière de végétation d'où leur abondance (Stubbs & Falk, 1983). Les Diptères constituent l'un des groupes les plus importants d'organismes pollinisateurs (Ssymank & al., 2008), l'exemple le plus fréquent de l'utilisation d'*Eristalis sp* se situe dans la pollinisation en serre des poivrons (Jarlan & al., 1997).

Nous enregistrons que le reste des espèces nécrophages (10 espèces) ont des valeurs de FA % dans le 2^{ème} et le 1^{er} intervalle, aussi elles ne sont pas présentes sur toutes les cultures (**Tab. 20**). Les trois espèces nécrophages *Leucopis sp*, *T. interrupta* et *E. tenax* sont respectivement fréquentes sur toutes les cultures étudiées par Kellil (2011), blé dur (0,20 ; 0,44 et 0,03 %), blé tendre (1,15 ; 0,50 et 0,07 %), orge (3,57 ; 0,11 et 0,02 %) et céréales (1,44 ; 0,38 et 0,04 %). Il a noté également que *Leucopis sp* est la plus dominante sur l'orge, suivie par les céréales et le blé tendre.

Dans la plupart des écosystèmes terrestres et d'eau douce, les Diptères sont plus riches en espèces et ont une biomasse plus élevée que les autres décomposeurs d'insectes (McLean, 2000). O'Hara & al. (1999) signalent l'importance des Diptères dans le recyclage des excréments, ils affirment l'existence des espèces de nombreuses familles, dont : Calliphoridae, Muscidae, Mycetophilidae, Phoridae, Psychodidae, Sarcophagidae, Sciaridae, Stratiomyidae et Syrphidae qui sont des décomposeurs et des recycleurs importants de la matière organique en décomposition.

1.5.2.6. Les espèces omnivores et quelques autres espèces phytophages

✓ Les espèces omnivores

Les espèces omnivores, qui se localisent dans le 3^{ème} intervalle de FA %, nous enregistrons 20 ; 12 et 14 espèces respectivement sur l'orge, le blé dur et les céréales et uniquement 6 espèces dans le blé tendre. Ainsi, nous notons l'existence de 3 espèces communes entre toutes ces cultures '*A. fasciatus*, *Syrphidae sp. ind.* et *Anthomyiidae sp. ind.*'. Le thrips *A. fasciatus* a des FA % différentes sur le blé dur, le blé tendre, l'orge et les céréales avec 0,696 ; 0,573 ; 0,102 et 0,606 % respectivement (**Tab.20 et 27**). Les adultes de thrips et les larves se regroupent dans les fleurs ou dans d'autres zones cachées des plantes, tels que les fruits en développement, feuillage et boutons

floraux (Hansen & *al.*, 2003). En Europe, certaines espèces du genre *Aeolothrips* sont considérées comme des prédateurs facultatifs autochtones potentiellement importants (Trdan & *al.*, 2005). Environ 100 espèces d'*Aeolothrips* passent la majeure partie de leur vie à se nourrir des Arthropodes et de pollen (Mound & Kibby, 1998).

Durant l'identification, la majorité de ces espèces omnivores sont arrêtées au niveau de familles ou de genres, à l'exception de huit espèces qui sont *S. tristis*, *T. caespitum*, *Ph. Pallidula*, *C. decipiens*, *C. paludosa*, *M. seriepunctatus*, *C. elegans* et *C. strangulatus*.

La FA % de ces deux premières espèces sont de la même valeur de 0,48 % sur l'orge et entre 0,16-0,25 % sur le blé dur et les céréales, mais faiblement présentes dans le blé tendre, 0,01 et 0,07 % respectivement (**Tab.20 et 27**). La 3^{ème} espèce est présente seulement sur le blé dur (0,12 %) et les céréales (0,08 %). Selon Reimer & *al.* (1993), la présence des fourmis augmente l'hygiène des colonies et la défense contre les ennemis des pucerons. Ces derniers assurant l'alimentation, le développement et la répartition des fourmis (Currie & *al.*, 2003).

La FA % est dominante en fourmis sur la culture d'orge, peut expliquer les valeurs d'abondance les plus faibles des pucerons et même l'absence des espèces de coccinelles et de parasitoïdes sur cette culture. Fritz (1982) signale que le nombre de prédateurs à proximité des colonies d'Homoptères décline alors sensiblement en présence de fourmis.

L'espèce *S. tristis* appartient à la sous-famille Silphinae, a un régime alimentaire plus varié, bien que certaines espèces sont nécrophages et se nourrissent principalement de carcasses de vertébrés (Ikeda & *al.*, 2007; 2008), elles interviennent dans la suppression des sites potentiels de reproduction de mouches nuisibles comme les Calliphoridae et les Sarcophagidae, et elles mangent mêmes des larves de ces mouches (Sikes, 2008 in Jakubec & Růžička, 2015). Aussi, quelques espèces sont de redoutables prédatrices d'escargots ou de chenilles, tandis que d'autres espèces sont phytophages et peuvent causer des dégâts aux cultures notamment de Chenopodiaceae (Hastir & Gaspar, 2001 in Dekeirsschieter & *al.*, 2012).

Dans les résultats de Kellil (2011), il a trouvé presque toutes ces mêmes espèces omnivores à l'échelle des familles et des genres. Il a noté la présence de *S. tristis* et *Ph. Pallidula* sur toutes les cultures, mais elles sont dominantes sur l'orge (0,46 %) et le blé tendre (0,16 %) respectivement.

Nous enregistrons que les deux espèces *C. elegans* et *C. strangulatus* de la famille Malachiidae sont dominantes en FA % sur la culture d'orge avec : 0,102 et 0,204 % respectivement.

Nous observons que la 1^{ère} espèce est absente sur les deux autres cultures, alors que la 2^{ème} espèce est présente sur le blé dur et tendre avec des valeurs respectives de 0,055 et 0,032 % (**Tab.20 et 27**).

La famille des Malachiidae 'Coléoptère des fleurs' à des ailes molles ont été décrites dans le monde avec environ 4000 à 5000 espèces. La plupart d'entre elles apparaissent en mai-juin et prennent leur envol jusqu'au juillet (Kolibáč & al., 2005 in Mirutenko, 2013b). Les adultes de la plupart des espèces se nourrissent principalement de pollen, de la végétation herbeuse (Mirutenko, 2013a), ils sont considérés comme des pollinisateurs, bien qu'ils deviennent parfois carnivores et s'attaquent aux pucerons et à certains insectes nuisibles, et parfois ils consomment des champignons (Salem & al., 2017). Les larves se développent dans le bois mort, dans les tiges sèches d'arbustes et de plantes herbacées, parfois dans le sol, et elles sont prédatrices (Plata-Negrach, 2012 in Mirutenko, 2013 a), ou des nécrophages sur des animaux morts (Salem & al., 2017).

Nous pouvons classer les deux espèces *C. elegans* et *C. strangulatus* comme des pollinisatrices chez les plantes à fleurs avoisinantes de nos micro-parcelles surtout de la culture d'orge ou des prédatrices de quelques espèces d'insectes sur les épis de nos cultures.

Dans 3^{ème} intervalle de FA %, nous citons les espèces *C. decipiens*, *M. seriepunctatus*, *C. paludosa*, *Rhagonycha sp2* qui appartiennent à la famille Cantharidae avec des valeurs supérieures sur l'orge avec 0,485 ; 0,306 ; 0,740 et 0,332 % respectivement (**Tab. 20 et 27**). Alexander (2003) pense que tous les cantharidés sont principalement des carnivores ou des omnivores, se nourrissant d'une diversité de matières végétales et/ou animales. La plupart des publications concernant cette famille affirment que la majorité des espèces sont des omnivores et sont principalement des prédatrices (Leksono & al., 2005 ; Jerinic-Prodanovic & al., 2010 in Pérez-Hernández, 2018). Les adultes sont généralement observés dans la végétation haute ou sur des capitules (Alexander, 2003).

Nous enregistrons que les deux premières espèces *C. decipiens*, *M. seriepunctatus* respectives sont fréquentes sur le blé tendre avec 0,106 et 0,127 %. Les FA % de ces quatre espèces sont en général faibles sur le blé dur avec des valeurs entre 0,024-0,075 %. Ainsi, la dernière espèce *Rhagonycha sp2* est absente sur l'orge. Nous rajoutons que les trois premières espèces ont presque la même valeur de FA % sur les céréales entre 0,111-0,119 % (**Tab.20 et 27**).

L'étude de Petrova & al. (2006) en Lettonie a signalé que *C. paludosa* est une espèce prédatrice dans les champs de fraises. De plus, Wetzel & al. (1991) in Traugott (2006) ont estimé une densité moyenne de 0,3 m² d'adultes de *Cantharis* dans des champs de blé en Allemagne. Alors que les données actuelles indiquent que la prairie était l'habitat principal des espèces *Cantharis* (Traugott, 2006). D'après les données d'Alexander (2003) sur la distribution de *Cantharis*,

Malthinus et *Rhagonycha* qui se localisent dans les écosystèmes naturels ouverts comme dans les forêts. Aussi, de nombreuses espèces de cette famille sont associées à la végétation près des rivières, des ruisseaux et d'autres cours d'eau (Ramsdale, 2010 in Pérez-Hernández, 2018).

Tableau 27 : Liste des espèces phytophages et omnivores recensées dans les cultures céréalières dans la région des Hautes plaines, selon leurs FA % dans le 3^{ème} intervalle. (*) : Espèces déjà signalées.

Culture	Omnivores	Phytophages
Blé dur	<i>Miridae sp. ind.</i> ; <i>Histeridae sp. ind.</i> ; <i>S. tristis</i> , <i>Pselaphidae sp. ind.</i> ; <i>Ph. pallidula</i> , <i>T. caespitum</i> ; <i>Sciara sp.</i> ; <i>Sciaridae sp. ind.</i> ; <i>Dischistus sp.</i> ; <i>Hypocera sp.</i> ; <i>Morellia sp.</i> ; <i>Calliphoridae sp. ind.</i>	<i>A. gossypii</i> , <i>P. daghestanica*</i> , <i>M. pallidior</i> , <i>Chiromyia sp.</i> , <i>A. patruelis</i> , <i>Thricodes sp.</i> , <i>A. discoidea</i> , <i>H. bilineata</i> , <i>Bruchidae sp. ind.</i> , <i>Scolytidae sp. ind.</i> , <i>Lepidoptera sp. ind.</i>
Blé tendre	<i>Miridae sp. ind.</i> ; <i>C. decipiens</i> ; <i>M. seriepunctatus</i> ; <i>T. nigerrimum*</i> ; <i>C. albicans theryi*</i> ; <i>Sciaridae sp. ind.</i>	<i>Acocephalus sp.</i> , <i>Cicadilledae sp. ind.</i> , <i>M. euphorbiae</i> , <i>A. discoidea</i> , <i>L. humeralis</i> , <i>L. lusitanica</i> , <i>Pyralidae sp. ind.</i> , <i>Lonchoptera sp.</i>
Orge	<i>Capsidae sp. ind.</i> ; <i>Reduviidae sp. ind.</i> ; <i>S. tristis</i> <i>Pselaphidae sp. ind.</i> , <i>Staphylinus sp.</i> , <i>Velleius sp.</i> , <i>C. decipiens</i> , <i>C. paludosa</i> , <i>M. seriepunctatus</i> , <i>Rhagonycha sp.2</i> , <i>C. elegans</i> , <i>C. strangulatus</i> , <i>Curculionidae sp. ind.</i> , <i>T. caespitum</i> , <i>C. albicans theryi*</i> , <i>Sciara sp.</i> , <i>Hypocera sp.</i> , <i>Morellia sp.</i> , <i>Calliphoridae sp. ind.</i> , <i>Tachinidae sp. ind.</i>	<i>A. Strepens</i> , <i>Porricondyla sp.</i> , <i>Chiromyia sp.</i> , <i>Phytomyza sp.</i> , <i>Acocephalus sp.</i> , <i>Cicadilledae sp. ind.</i> , <i>Cercopidae sp. ind.</i> , <i>Cydnidae sp. ind.</i> , <i>O. femorata</i> , <i>H. ruficollis</i> , <i>H. africana spp africana</i> , <i>L. humeralis</i> , <i>L. lusitanica</i> , <i>Chrysomelidae sp. ind.</i> , <i>Bruchidae sp. ind.</i> , <i>Scolytidae sp. ind.</i> , <i>Apion sp.</i> , <i>Rhyncolus sp.</i> , <i>X. prolongata</i> , <i>Pyralidae sp. ind.</i> , <i>Cyllenina sp.</i> , <i>Conicera sp.</i>
Céréales	<i>Miridae sp. ind.</i> , <i>Histeridae sp. ind.</i> , <i>S. tristis</i> , <i>Pselaphidae sp. ind.</i> , <i>C. decipiens</i> , <i>C. paludosa</i> , <i>M. seriepunctatus</i> , <i>T. caespitum</i> , <i>Sciara sp.</i> , <i>Sciaridae sp. ind.</i> , <i>Dischistus sp.</i> , <i>Hypocera sp.</i> , <i>Morellia sp.</i> , <i>Calliphoridae sp. ind.</i>	<i>A. gossypii</i> , <i>M. pallidior</i> , <i>P. daghestanica*</i> , <i>Chiromyia sp.</i> , <i>Acocephalus sp.</i> , <i>Thricodes sp.</i> , <i>L. lusitanica</i> , <i>Bruchidae sp. ind.</i> , <i>Scolytidae sp. ind.</i> , <i>Lepidoptera sp. ind.</i>
Espèces communes	<i>A. fasciatus</i> , <i>Syrphidae sp. ind.</i> , <i>Anthomyiidae sp. ind.</i>	<i>A. circularis</i> , <i>Chiromyia oppidona</i> , <i>A. fabae</i> , <i>H. lactucae</i> , <i>L. (paradoxa) vicina</i>

Dans notre cas, les deux zones d'échantillonnage sont proches des oueds 'Bousselam à Sétif et Boumerzoug à El-Khroub', aussi de la prairie d'oued Bousselam à Sétif, et plus la présence de

plusieurs arbres forestiers comme le pin d'Alep, le cyprès, l'orme, l'olivier soit des brise-vents ou pour créer des endroits servant de loisirs pour les personnes dans ces deux zones.

En revanche, ce groupe d'espèces *C. cryptica*, *C. rufa*, *Rhagozycha sp.1* ont des valeurs dans le 1^{er} et le 2^{ième} intervalle de FA %. La 1^{ière} espèce est absente sur le blé tendre, mais fréquente sur l'orge (0,026 %). La 2^{ième} espèce n'existe pas sur le blé dur et l'orge, alors qu'elle est abondante sur blé tendre (0,021 %) et aussi la 3^{ième} espèce est absente sur l'orge, mais elle a une valeur de 0,085 % dominante sur le blé tendre (**Tab.20**). Les larves de *Cantharis* sont des prédateurs épigés actifs des invertébrés tels que les larves de grande taille des Diptères et des Lépidoptères entre l'automne et le début du printemps dans les terres arables (Juen & al., 2003 in Traugott, 2006).

Le genre *Rhagozycha* englobe avec 258 taxons et il est subdivisé en trois sous-genres (Kazantsev & Brancucci, 2007 in Cassar, 2015). Les espèces de *Rhagozycha* visitent le feuillage et les inflorescences d'une grande variété (diversité) de plantes où elles se nourrissent également d'insectes et de nectar (Day & Tatman, 2006). En Grande-Bretagne, les adultes *R. fulva* sont principalement trouvés sur les fleurs des Apiaceae, se nourrissant de pollen, de nectar et de petits insectes à l'antérieur des fleurs et aussi réalisant l'accouplement sur ces fleurs (Harde & Severa, 2000 in Laciny & Nemeschkal, 2015 ; Gibbons, 2014 in Rodwell & al., 2018).

Ces sept espèces de la famille Cantharidae qui ont une diversité de leur régime alimentaire par rapport aux autres espèces, nous pouvons les classer comme des espèces pollinisatrices, et dans certains cas comme des carnivores. Willmer (2011) in Pérez-Hernández (2018), les cantharidés sont des insectes peu spécialisés, mais plusieurs espèces associées aux plantes à fleurs sont capables de remplir des fonctions pertinentes telles que la pollinisation des plantes ou la lutte biologique

✓ **Les autres espèces phytophages**

Nous constatons la présence de plusieurs espèces phytophages qui sont présentes dans le 3^{ième} intervalle de FA %, avec 11 espèces dans le blé dur et 8 espèces sur le de blé tendre, 22 et 10 espèces respectivement dans l'orge et les céréales (**Tab.27**). Cette richesse en espèces a une corrélation avec la diversité des plantes (spontanées, cultivées, arbres, arbustes et plantes prairieles,...) qui se trouvent dans les écosystèmes avoisinants de nos champs de céréales étudiés. Les insectes phytophages utilisent des repères visuels et/ou olfactifs pour localiser leur plante hôte à distance (Turlings & al., 1990).

Les relations entre les plantes et les phytophages occupent une part importante des travaux concernant le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes (Castagneyrol, 2012). L'existence d'insectes phytophages est de toute évidence subordonnée à la présence d'espèces

végétales qui constituent leur source de nourriture, même si dans certains cas, des phytophages ont pu être observées au cours de phénomènes d'adaptation (Streblor, 1989 in Regnault-Royer, 2002). Ainsi, beaucoup d'entre eux se nourrissent de toutes sortes de plantes, y compris les plantes cultivées, les arbres forestiers, les plantes médicinales et les mauvaises herbes (Ujagir & Oonagh, 2009). Barbault (1981) conclut que l'augmentation de la diversité végétale entraîne un accroissement de la diversité des phytophages.

La majorité de ces espèces sont attirées par les pièges jaunes et sont capturées par le filet fauchoir, nous pouvons dire que ces espèces existent dans nos champs, mais pas sur les plantes hôtes des trois cultures étudiées, parce que le choix de leurs plantes hôtes se base sur plusieurs critères. Selon Schoonhoven & al. (2006), le choix d'une plante hôte se fait en trois étapes :

1. Une étape de recherche pendant laquelle les insectes se déplacent, perçoivent et interprètent les caractéristiques de l'habitat exploré et/ou répondent aux stimuli émis par leur(s) plante(s) hôte(s),
2. Une étape de sélection effective, qui revient à faire un choix entre plusieurs alternatives et
3. Une étape d'acceptation caractérisée par la prise alimentaire prolongée ou la ponte de la femelle.

En revanche, nous avons enregistré 5 espèces phytophages communes entre toutes ces cultures avec les valeurs suivantes : *L. (Paradoxa) vicina* (0,15-0,22 %), *A. circularis* (0,28-0,38 %), *C. oppidona* (0,46-0,64 %), *A. fabae* (0,10-0,22 %) et *H. lactucae* (0,30-0,77 %) (**Tab. 20 et 27**).

Les deux premières espèces sont échantillonnées sur les talles et les épis des plantes hôtes étudiées et aussi sont capturées par le filet fauchoir. Cette dernière technique a aussi récolté la mouche *C. oppidona*, alors que les deux dernières espèces sont tombées uniquement dans les pièges jaunes. Ujagir & Oonagh (2009), les insectes qui causent des dommages aux plantes et aux produits stockés sont regroupés en deux groupes principaux, à savoir les insectes broyeur et les insectes suceurs.

Quatre espèces communes sur toutes les cultures étudiées sont marquées par Kellil (2011), *A. circularis* (0,05-0,11 %), *C. oppidona* (1,50-1,85 %), *A. fabae* (0,22-0,57 %) et *H. lactucae* (0,14-0,15 %), c'est les mêmes espèces signalées dans nos résultats.

La diversité des plantes cultivées et non cultivées dans un champ influence l'abondance des phytophages, parmi lesquels certains sont des ravageurs des cultures (Siemann, 1998). Cependant, l'influence de cette diversité sur les ravageurs dépendra de la taille, de l'architecture et de la productivité des plantes (Tilman & al., 1997). Nous indiquons que *A. fabae* est le puceron le plus

dangereux dans les champs de petit-pois et de pomme de terre dans les deux zones d'étude respectivement Sétif et El-Khroub, soit dans notre étude ou bien dans le travail de Kellil (2011).

A. fabae est très polyphage au niveau de ses hôtes secondaires, plus de 200 hôtes recensés dans plus de 20 familles de plantes (Blackman & Eastop, 2000 ; Fernandez-Quintanilla & al., 2002). Ce puceron est vecteur de plus de 30 différents phytovirus (Blackman & Eastop, 2000).

Nous notons également la présence des deux espèces *Porricondyla sp.* et *Phytomyza sp.* qui sont fréquentes sur l'orge avec 0,13 et 0,25 % respectivement (**Tab. 20 et 27**) par rapport aux autres cultures qui ont des valeurs entre 0,01-0,06 %. Nous pouvons dire que ces deux espèces sont capturées seulement dans les pièges jaunes et par le filet fauchoir, mais nous n'avons pas observé ces deux espèces sur nos plantes hôtes.

Les espèces *Porricondyla albitarsis*, *Porricondyla venusta*, *Porricondyla sp.* et *Phytomyza sp.* sont identifiées par Kellil (2011). Il a signalé que la 1^{ière} espèce existe seulement sur le blé dur (0,015 %), et les trois dernières espèces respectivement se localisent sur les trois cultures, avec une dominance sur la culture d'orge (1,84 ; 0,40 et 0,19 %). Selon la bibliographie quelques espèces appartenant aux deux familles Cecidomyiidae et Agromyzidae sont considérées comme des espèces déprédatrices des céréales.

Certaines espèces de Cecidomyiidae, en particulier celles inféodées à des graminées ou à des légumineuses, peuvent ainsi présenter une importance économique considérable en agronomie. Les espèces de la sous-famille Porricondylinae sont des fongivores, alors que les Cecidomyiinae sont essentiellement phytophages (Jaschhof & al., 2014). Les larves de Porricondylinae sont généralement saprophages, mycophages ou elles se développent dans les cônes de conifères (Séguy, 1951 in Thomas, 1980 ; Gagné, 1994). Le genre *Porricondyla* contient 116 espèces, mais la biologie de leurs espèces capturées à l'âge adulte est totalement inconnue (Skuhrava, 2006).

Boucher (2002) dénote près de 40 % d'espèces d'Agromyzidae appartiennent au genre *Phytomyza* qui comprend entre 500 et 530 espèces décrites (Zlobin, 1994 in Winkler & al., 2009), il se compose surtout des mineuses de feuilles monophages, et de nombreux groupes d'espèces de *Phytomyza* associées à des différents taxons de plantes (Spencer, 1990). Il y a principalement plus de 100 espèces du genre *Phytomyza* se nourrissant de Ranunculaceae (Pakalniškis, 2004). Les larves d'agromyzidés, et en particulier de *Phytomyza* attaquent tous les végétaux, et surtout les organes de Ranunculaceae et y forment plutôt tous les types de mines (Spencer, 1990).

Dans notre étude, nous avons recensé plusieurs espèces de Coléoptères qui ont un régime alimentaire phytophage avec une grande polyphagie, parce que leur spectre de choix des plantes à consommer est très large et elles provoquent mêmes des dégâts considérables sur plusieurs plantes cultivées (céréales, légumineuses, cultures maraîchères, arbres fruitiers, plantes spontanées) dans

nos agro-écosystèmes étudiés. Selon Márquez (2004), les insectes ont un impact important sur l'économie, en se nourrissant des plantes destinées à alimentation humaine, puisque chaque plante cultivée a au moins une épidémie causée par les insectes et ce sont souvent les Coléoptères qui causent des graves dégâts. Un Coléoptère peut être considéré comme un ravageur, lorsque ses espèces phytophages aux stades (larvaire et/ ou adulte) vivent sur des plantes, et même dans des produits stockés, notamment les céréales, le tabac et les fruits secs (Gilliot, 1995).

Dans ce contexte, nous présentons quelques espèces de Coléoptères qui appartiennent à la catégorie phytophage avec une grande polyphagie :

La FA % de quelques ravageurs de graines qui existent dans le 3^{ième} intervalle pour la culture d'orge, nous citons *Bruchidae sp. ind.*, *Apion sp.* et *Rhyncolus sp.* avec de 0,25 ; 0,15 et 0,10 % respectivement. La 1^{ière} espèce a une valeur de 0,13 % pour chacune des deux autres cultures blé dur et céréales, et de 0,064 % sur le blé tendre (**Tab. 20 et 27**). La 2^{ième} espèce a des valeurs dans 2^{ième} intervalle entre 0,020-0,036 % pour les trois autres cultures. Enfin, la 3^{ième} espèce est absente sur blé tendre et présente dans le 1^{er} et le 2^{ième} intervalle respectivement, avec 0,004 % sur le blé dur et de 0,013 % dans les céréales. De plus, la famille Curculionidae contient 6 espèces phytophages, mais qui ne sont pas présentes sur toutes les cultures et aussi avec des valeurs faibles de FA % qui se trouvent dans le 1^{er} et 2^{ième} intervalle (**Tab. 20**).

Des estimations récentes de la quantité de production végétale post-récolte détruite chaque année dans le monde par des Arthropodes se situe entre 5 et 10 % (Boxall, 2001), elle peut atteindre jusqu'à 13 à 18 % (Pimentel, 1997 ; Pimentel & Pimentel, 1978 in Culliney, 2014).

Ces mêmes espèces ravageuses des graines sont recensées par Kellil (2011), mais avec des valeurs de FA % très faibles. *Bruchidae sp. ind.* et *Rhyncolus sp.* sont notées sur toutes les cultures, par contre *Apion sp.* se localise uniquement sur l'orge et le blé tendre.

De plus, les espèces phytophages suivantes appartiennent aux trois familles Chrysomelidae, Scarabaeidae et Alleculidae qui sont capturées sur les talles et les épis des plantes hôtes étudiées durant les trois années d'étude avec des valeurs de FA % dans le 3^{ième} intervalle, mais aussi quelques espèces existent dans le 2^{ième} et le 1^{er} intervalle.

Les trois espèces phytophages *L. humeralis*, *L. lusitanica* et *L. (paradoxa) vicina* sont incluses dans la famille Chrysomelidae et la sous-famille Clytrinae. Les deux premières espèces sont faiblement présentées sur le blé dur avec des valeurs respectives de 0,020 et 0,050 %, mais elles ont abondantes respectivement sur l'orge (0,179 %) et le blé tendre (0,287 %). *L. (paradoxa) vicina* est la plus fréquente sur les trois cultures de blé dur, de blé tendre et d'orge par rapport aux deux premières espèces, avec des FA % de 0,224 ; 0,170 et 0,153 % (**Tab.20**).

Selon Jolivet & Verma (2002) in Şen & Gök (2009), les chrysomélidés sont principalement oligophages, bien que certains groupes aient tendance à être polyphages. Les adultes et les larves de nombreuses espèces sont des nuisibles importantes pour les cultures, les plantations d'arbres et d'arbustes, les plantes médicinales et fourragères (Mirzoeva, 2001 in Şen & Gök, 2009).

Par ailleurs, *L. hirta* et *L. sexpunctata* sont absentes sur le blé dur et tendre et ont des valeurs dans le 2^{ième} intervalle de FA % avec la même valeur de 0,026 % sur l'orge (**Tab. 20**).

La sous-famille Clytrinae est représentée par près de 1500 espèces réparties dans le monde entier (Alonso, 2007). En France, Alonso (2007) trouve 10 genres avec 39 espèces, parmi ces genres, il cite : *Labidostomis* et *Lachnaia*. Le même auteur affirme que les adultes des *Clytrinae* sont des phytophages stricts, le plus souvent phyllophages, ils sont aussi des polyphages, et ils peuvent provoquer des dégâts dans certaines cultures. Ils s'attaquent aux jeunes pousses, aux fleurs, aux feuilles tendres et même aux bourgeons. Les larves sont myrmécophiles et vivent dans les fourmilières ou à proximité de celles-ci.

Dans ce cadre là, nous avons cité des espèces phytophages qui appartiennent à trois familles Chrysomelidae, Curculionidae et les Bruchidae. Hsiao (1994) in Şen & Gök (2009) confirment l'existence des caractéristiques communes des Chrysomelidae et leur régime alimentaire phytophage, qu'elle partage avec les Curculionidae, les Cerambycidae et les Bruchidae.

Les deux espèces phytophages *Hoplia africana* spp. *africana* et *H. bilineata* de la famille Scarabaeidae sont fréquentes en FA % avec les valeurs de 0,408 % sur l'orge et 0,110 % dans le blé dur respectivement. En revanche, la 1^{ière} espèce est absente sur le blé dur et tendre et la 2^{ième} absente sur l'orge (**Tab.20 et 27**).

Hoplia est un genre de la sous-famille Hopliinae (Carrillo-Ruiz & al., 2008) avec environ 250 espèces réparties en Europe, au Moyen-Orient, en Afrique, en Australie et en Amérique du Nord et du Sud (Micó, 2001). Le même auteur a rapporté que les adultes des six espèces d'*Hoplia* Ibérique (Espagne et Portugal) se nourrissent principalement de pollen de Graminées, de Rosacées, de Plantaginacées, d'Astéracées, de Malvacées, d'Ombellifères et de nombreux arbres fruitiers. Leurs populations sont abondantes dans les prairies humides, les rives des rivières et en général dans les zones proches des sources d'eau.

Les deux autres espèces, *Hoplia africana* spp *kocheri*, *H. africana* spp *pardoi* ont des valeurs dans le 2^{ième} intervalle de FA % avec des valeurs entre 0,047-0,074 % pour la 1^{ière} espèce et entre 0,016-0,042 % pour la 2^{ième} espèce qui est absente sur l'orge. Micó (2001) signale que les espèces d'*Hoplia* pondent à la fin du printemps ou au début de l'été et elles s'alimentent de racines des plantes. En général, les larves de ce genre sont très mobiles et ont un régime alimentaire basé sur des racines et de petites pousses souterraines, elles restent avec ce régime jusqu'à la nymphose.

L'espèce phytophage *Heliotaurus ruficollis* de la famille Alleculidae abondante en FA % sur la culture d'orge avec 0,102 %, par contre les valeurs de FA % des trois autres cultures de blé dur, blé tendre et céréales sont présentes dans le 2^{ième} intervalle avec 0,031 ; 0,064 et 0,046 % respectivement (**Tab.18**). De-Los-Mozos-Pascual & Domingo (1991) enregistrent que *H. ruficollis* est un Coléoptère visitant les fleurs très commun dans la péninsule Ibérique. Les mêmes auteurs le trouvent sur les fleurs de nombreuses espèces de plantes. Cependant, l'analyse palynologique du tube digestif de spécimens capturés sur différentes plantes au même endroit et à la même date montre que ces insectes sont remarquablement constants lors de leurs visites. Herrera-Vega & Sanchez-Pinero (2004) confirment que le dernier stade larvaire de *H. ruficollis* est un détritivore souterrain.

Selon les données de la FA %, nous pouvons classer les 13 espèces suivantes : *Bruchidae sp. ind.*, *Apion sp.* et *Rhyncolus sp.*, *L. humeralis*, *L. lusitanica* et *L. (paradoxa) vicina*, *L. hirta*, *L. sexpunctata*, *H. africana spp africana*, *H. bilineata*, *H. africana spp kocheri*, *H. africana spp pardoii*, *H. ruficollis* comme des insectes phytophages spécifiques des agro-écosystèmes céréaliers ou bien des espèces pollinisatrices des plantes à fleurs, car nous les avons observé et récolté durant les trois années d'étude sur les épis et les talles des céréales.

Appert & Deuse (1982) signalent que les Coléoptères sont le groupe le plus important qui provoque des ravages sur cultures, car la prise de nourriture par les ravageurs de Coléoptères broyeur sur les plantes a pour conséquence :

- de diminuer la quantité de tissus chlorophylliens et de perturber ainsi la croissance des jeunes plants ;
- désorganiser, ou même d'interrompre la circulation de sève, entraînant, de ce fait, des désordres physiologiques et une malformation des organes de reproduction ;
- détruire les boutons floraux, les fleurs, les fruits et les graines, donc de compromettre quantitativement et qualitativement la production ;
- réduire la vigueur de la plante ou de tuer en consommant les organes d'absorption, racines ou feuillages.

En effet, des études récentes ont porté sur la pollinisation des plantes à fleurs par onze familles des Coléoptères (Mawdsley, 2003), telles que : Apionidae, Buprestidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Glaphyridae, Mordellidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Dasytidae et Staphylinidae (Steiner, 1998 in Mawdsley, 2003).

1.6. Analyse de l'inventaire suivant la fréquence d'occurrence des espèces recensées

La fréquence d'occurrence des différentes espèces inventoriées sur les céréales étudiées dans la région des Hautes plaines sont mentionnées dans les **Tableaux (20, 28, 29, 30 et 31)**, selon l'application de l'échelle de constance de Bigot et Bodot (1973). Sur l'ensemble des espèces recensées, nous avons noté un total de 43 espèces constantes dans la culture de blé dur par rapport aux cultures, blé tendre, orge et céréales avec 12 ; 17 et 15 espèces respectivement (**Tab. 28 et 29**).

Les espèces les plus constantes (fréquence d'occurrence > 50 %) sont représentées par des espèces caractéristiques des cultures étudiées. Ce sont des espèces rencontrées sur un grand nombre de relevés. Les espèces notées dans l'échelle très accidentelle ($\leq 10\%$) sont classées en 1^{ière} et 3^{ième} position sur les céréales (172 espèces) et sur l'orge (61 espèces) respectivement. En revanche, les deux autres cultures, blé tendre et blé dur, les espèces sont classées en 2^{ième} position avec 72 espèces pour chacune (**Tab.28**).

Tableau 28 : Nombre d'espèces par culture séparée et par céréales suivant l'échelle de Constance dans les Hautes plaines.

Echelle de Constance	Blé dur	Blé tendre	Orge	Céréales
Constante (C.)	43	12	17	15
Accessoire (Ac.)	75	34	57	57
Accidentelle (A.)	98	81	35	71
Très accidentelle (Tac.)	72	72	61	172
Nombre d'espèces total	288	199	170	315

La culture de blé dur englobe des espèces accidentelles et accessoires avec 98 et 75 espèces respectivement qui sont dominantes par rapport aux autres cultures. Nous enregistrons que les cultures de blé dur, de blé tendre et des céréales sont plus fréquentes en espèces accidentelles qu'en espèces accessoires, mais sur la culture d'orge, nous signalons le contraire (**Tab.28**).

Ramade (2003) indique que les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie, et les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement.

Selon le statut alimentaire des espèces signalées constantes dans toutes les cultures céréalières étudiées, nous avons cité ces espèces dans le **Tableau 29** comme des espèces les plus occurrentes dans la région des Hautes plaines. Durant toute la période de recensement des espèces, il apparaît que 13 espèces ravageuses des céréales sont constantes sur le blé dur. Les trois autres cultures, blé

tendre, orge et céréales sont moins accueillantes des espèces ravageuses constantes que le blé dur avec 6 ; 5 et 8 espèces respectivement (**Tab.29**).

Pour l'ensemble de toutes les cultures étudiées, nous indiquons que seulement la présence de 4 espèces déprédatrices constantes '*R. padi*, *S. avenae*, *O. melanopus* et *T. tabidus*'. Nous citons les espèces prédatrices communes entre toutes ces cultures, une espèce de Coléoptères '*C. septempunctata*' et deux espèces de Diptères '*Andrenosoma sp.* et *T. pallidiventris*' (**Tab.29**).

Les familles des ennemis naturels constantes dans l'étude de Gallo & Pekär (1999) durant les trois années d'étude sont les Empididae, et durant les deux années sont les Malachiidae et les Chalcididae. La lutte biologique contre les ravageurs est un important service écosystémique pour les cultures (Tscharnth & al., 2005). Les interactions entre les insectes et leurs ennemis naturels sont essentielles comme processus écologiques qui contribuent à la régulation des populations d'insectes. Dans des situations où cette interaction est perturbée, les populations de ravageurs potentiels peuvent se développer sans contrainte, et une croissance excessive de la population, qui constitue une flambée de ravageurs, peut survenir (Price, 1987).

Pour les espèces prédatrices et parasitoïdes, 11 espèces sont recensées sur la culture de blé dur avec 7 et 4 espèces respectivement. Les autres cultures abritent un nombre très limité de ces espèces par rapport au blé dur, nous signalons uniquement 4 et 5 espèces prédatrices sur blé tendre et céréales respectivement. Mais pour la culture d'orge, 4 espèces prédatrices et une seule espèce parasitoïde (**Tab.29**).

Ainsi, nous enregistrons la dominance des espèces qui ont un autre statut trophique qui est constant dans la culture de blé dur avec un total de 19 espèces, réparties en trois catégories, phytophage, pollinisateur et omnivore avec 9 ; 6 et 4 espèces respectivement. Sur le blé tendre et les céréales, nous avons noté deux espèces phytophages identiques. La culture d'orge abrite une seule espèce pour chacune des deux catégories 'pollinisateur et omnivore' et 4 espèces phytophages (**Tab.29**). Nous notons que les deux espèces phytophages '*A. nigricornis* et *D. cyaneus*' sont communes entre toutes les cultures. En effet, l'activité des insectes, qu'ils soient des ravageurs, des pollinisateurs ou des ennemis naturels d'autres Arthropodes, a une influence sur la production de beaucoup de cultures (Losey & Vaughan, 2006).

Nous observons l'existence d'une richesse en espèces constantes quelques soit leur utilité dans la culture du blé dur, cette dominance pourrait être expliquée par le nombre élevée des micro-parcelles de cette culture comparée aux autres.

Tableau 29 : Liste des espèces constantes (> 50 %), nuisibles des céréales, utiles en lutte biologique et espèces d'autres catégories trophiques dans les cultures étudiées.

(*) : Prédateur ; (**) : Parasitoïde ; (/) : Absence d'espèce.

Culture	Espèces nuisibles des céréales	Espèces utiles en lutte biologique	Espèces d'autres catégories trophiques
Blé dur	<i>T. viridissima</i> , <i>C. barbarus barbarus</i> , <i>H. tritici</i> , <i>P. alienus</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>S. graminum</i> , <i>C. mediterraneus</i> , <i>E. maura</i> , <i>Oulema sp.</i>	<i>H. (Adonia) variegata*</i> , <i>Chalcidoidea sp. ind.**</i> , <i>Ichneumonidae sp. ind.**</i> , <i>Braconidae sp. ind.**</i> , <i>Proctotrupidae sp. ind.**</i> , <i>Dasyscolia sp.**</i> , <i>T. flavipes*</i> , <i>Elaphropyza sp.*</i>	<i>H. lactucae</i> , <i>Pselaphidae sp. ind.</i> , <i>Thricodes sp.</i> , <i>L. (paradoxa) vicina</i> , <i>A. circularis</i> , <i>T. nigerrimum</i> , <i>C. albicans theryi</i> , <i>Andrena sp.</i> , <i>Halictus sp.</i> , <i>L. (Lasioglossum) sp.</i> , <i>L. (Evyllaesus) sp.</i> , <i>Eucera sp.</i> , <i>A. mellifera</i> , <i>Lepidoptera sp. ind.</i> , <i>Hypocera sp.</i> , <i>C. oppidana</i> , <i>Chiromyia sp.</i>
Blé tendre	<i>H. tritici</i> , <i>S. graminum</i>	<i>H. (Adonia) variegata*</i>	/
Orge	<i>T. viridissima</i> , <i>Oulema sp.</i>	<i>Pteromalidae sp ind**</i> , <i>Elaphropyza sp*</i>	<i>P. daghestanica</i> , <i>T. nigerrimum</i> , <i>A. mellifera</i> , <i>C. oppidana</i>
Céréales	<i>T. viridissima</i> , <i>H. tritici</i> , <i>S. graminum</i> , <i>Oulema sp.</i>	<i>H. (Adonia) variegata*</i> , <i>Dasyscolia sp.**</i>	/
Espèce commune	<i>R. padi</i> , <i>S. avenae</i> , <i>O. melanopus</i> , <i>T. tabidus</i>	<i>C. septempunctata*</i> , <i>Andrenosoma sp.*</i> , <i>T. pallidiventris*</i>	<i>A. nigricornis</i> , <i>D. cyaneus</i>

En outre, les deux espèces de coccinelles *C. septempunctata* et *H. (Adonia) variegata* sont constante sur toutes les cultures, car leurs espèces proies de pucerons, *R. padi*, *S. avenae*, *M. dirhodum* et *S. graminum* sont constantes sur ces cultures, à l'exception de *H. (Adonia) variegata* qui a été signalée non constante sur l'orge.

Saharaoui & Hemptinne (2009) enregistrent que la plupart des dommages causés aux plantes par les pucerons en Afrique du Nord se produisent au printemps et au début de l'été, période pendant laquelle la plupart des espèces de pucerons se dispersent. Par conséquent, au Nord Algérien, il semble que la plus grande activité de reproduction des coccinelles soit synchronisée avec la période d'activité du vol des pucerons, qui commence en mars et continue jusqu'à la fin juin (Saharaoui & Gourreau, 2000 ; Saharaoui & Hemptinne, 2009).

Nous indiquons sur les **Tableaux 20 et 30** que la culture des céréales est assez abondante avec 8 espèces accessoires que le blé dur (6 espèces), alors que le blé tendre et l'orge ont le même nombre de 5 espèces. Nous signalons qu'il existe une spécificité des espèces accessoires pour chaque culture, *R. maïdis* et *D. baccarum* sur le blé dur, *T. viridissima* et *Oulema sp.* sur le blé tendre, *S. graminum* sur l'orge et *C. barbarus barbarus* sur les céréales (**Tab. 20 et 30**).

Sur le blé tendre, les espèces accidentelles sont dominantes avec 8 espèces par rapport à l'orge et aux céréales, ces deux dernières cultures sont enregistrées avec le même nombre d'espèces, mais aucune ressemblance n'est signalée entre ces trois espèces. Alors que sur le blé dur, une seule espèce accidentelle a été observée (**Tab. 30**). La connaissance des interactions entre les insectes et les plantes est nécessaire pour une meilleure gestion des cultures (Quisenberry & Schotzko, 1994).

Tableau 30 : L'échelle de constance (< 50 %) pour les espèces déprédatrices de toutes les cultures céréalières dans les Hautes plaines. (/) : Absence de l'espèce.

Cultures	Accessoire (Ac.)	Accidentelle (A.)	Très accidentelle (Tac.)
Blé dur	<i>O. volxemii</i> , <i>D. noxia</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>D. baccarum</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>A. sordidus</i>	<i>S. maydis</i>	/
Blé tendre	<i>T. viridissima</i> , <i>C. mediterraneus</i> , <i>E. maura</i> , <i>Oulema sp.</i> , <i>M. barbara</i>	<i>O. volxemii</i> , <i>C. barbarus barbarus</i> , <i>D. noxia</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. maydis</i> , <i>D. baccarum</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>A. sordidus</i>	/
Orge	<i>O. volxemii</i> , <i>S. graminum</i> , <i>E. maura</i> , <i>A. sordidus</i> , <i>M. barbara</i>	<i>C. barbarus barbarus</i> , <i>C. mediterraneus</i> , <i>Eurygaster sp.</i>	<i>D. noxia</i> , <i>S. maydis</i> , <i>D. baccarum</i>
Céréales	<i>O. volxemii</i> , <i>C. barbarus barbarus</i> , <i>D. noxia</i> , <i>C. mediterraneus</i> , <i>E. maura</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>A. sordidus</i> , <i>M. barbara</i>	<i>R. maïdis</i> , <i>S. maydis</i> , <i>D. baccarum</i>	/

Nous notons également que les deux espèces : *O. volxemii* et *A. sordidus* sont accessoires et communes entre le blé dur, l'orge et les céréales, mais sont classées comme des espèces accidentelles sur le blé tendre. Les espèces très accidentelles sont présentes seulement sur l'orge avec trois espèces '*D. noxia*, *S. maydis* et *D. baccarum*'. Le puceron *D. noxia* et la punaise *D. baccarum* qui ont été mentionnés sur blé dur et tendre comme des espèces accessoires et

accidentelles respectivement. Mais sur céréales, le 1^{er} puceron est accessoire et la punaise est accidentelle, enfin le puceron *S. maydis* est noté comme espèce accidentelle sur ces trois cultures (**Tab.20 et 30**). Certains espèces pullulent ou se raréfient sans que la cause en soit bien élucidée. Certains insectes apparaissent brusquement et se raréfient tout aussi vite (Dajoz, 2003).

Le **Tableau 31** représente les espèces non constantes 'Accessoire, Accidentelle et Très accidentelle' de quelques espèces prédatrices appartiennent aux familles : Anthocoridae, Carabidae, Coccinellidae, Empididae, Syrphidae et Chrysopidae, et aussi des espèces parasitoïdes de la famille Braconidae.

Les trois espèces accessoires *Anthocoridae sp. ind.*, *C. carnea* et *D. rapae* sont communes entre toutes les cultures (**Tab.20 et 31**). Ces espèces sont considérées comme des agents efficaces en lutte biologique surtout contre les aphides qui ont une grande pullulation par rapport aux autres espèces. Selon Lattin (2000), les espèces de la famille Anthocoridae jouent un rôle important dans la lutte biologique contre les organismes nuisibles dans les agro-écosystèmes. Hodgson & Aveling (1988) rajoutent que certaines de ces espèces prédatrices habitent dans une large gamme de plantes et se nourrissent de toutes proies appropriées, alors que d'autres ne se produisent que sur quelques espèces végétales et s'alimentent des insectes associés exclusivement à ces plantes.

De plus, les Neuroptéroïdes rivalisent ainsi avec les Coccinellidae et d'autres groupes d'insectes prédateurs en tant qu'agents de lutte biologique populaires dans de nombreuses régions du monde (New, 1999). D'après Mignon & al. (2003), dans les agro-systèmes la présence et la persistance des chrysopes dépendent de la disponibilité des proies et également de la composition végétale des habitats adjacentes des cultures. Les adultes de *C. carnea* se nourrissent de nectar et de pollen et ne sont pas eux-mêmes des prédateurs, ils garantissent l'approvisionnement continu de nouveaux individus (larves prédatrices) dans l'écosystème (Medina & al., 2004).

Pour l'espèce *D. rapae* est considérée comme un endoparasitoïde solitaire et koïnobionte cosmopolite capable de parasiter plus de 60 espèces différentes de pucerons infestant environ 80 espèces de plantes à travers le monde, mais seulement cinq à six espèces de pucerons hôtes sont couramment attaquées (Pike & al., 1999). Cependant, ses principaux hôtes sont *Brevicoryne brassicae*, *M. persicae*, *L. erysimi*, et *D. noxia*. Ce parasitoïde était importé aux régions des Etats-Unis afin de contrôler le puceron russe du blé '*D. noxia*' (Starý, 1999).

Nous indiquons que les deux espèces de syrphes *Sphaerophoria sp.* et *Episyrphus balteatus* sont communes entre toutes les cultures, mais la 1^{ière} espèce est accidentelle sur ces cultures. Alors que le 2^{ième} syrphe est accessoire sur le blé dur, les céréales et elle est accidentelle dans les deux autres cultures (**Tab.20 et 31**). Aussi, l'espèce *Syrphus sp.* est également signalée très accidentelle sur le blé dur et les céréales (**Tab.20 et 31**). Nous pouvons expliquer la présence de ces deux

espèces dans nos champs céréaliers par plusieurs raisons, comme la disponibilité et la diversité des plantes à fleurs autour de nos champs durant la période de notre échantillonnage le printemps, et ainsi la recherche des sites pour la nymphose.

Les syrphidae sont des pollinisateurs importants des arbres fruitiers. Ils sont plus actifs et plus nombreux que les abeilles durant l'été (Stubbs & Falk, 1983), la dynamique des populations de certains pollinisateurs est positivement corrélée avec la période chaude et humide (Carvalho & al., 1991). Owen (1981) rajoute également que les Syrphidae étaient les premiers à apparaître, ils augmentent en nombre au printemps, et leur fréquence s'élève entre avril et mai. Selon Sarthou (1996), la larve de syrpe en troisième et dernier stade larvaire cherche un site de nymphose. Celui-ci peut être à proximité du lieu de développement de la larve, en milieu aérien comme pour *E. balteatus* et *S. scripta*, dont qui ont été trouvés sous forme des pupes en haut de tiges de blé (Sarthou, 1996).

Sur l'orge, *H. (Adonia) variegata* est signalée accessoire par rapport aux autres cultures qu'elle a un état de présence constante, car sa nourriture des aphides est limitée uniquement par les colonies des deux espèces de pucerons constantes, *R. padi* et *S. avenae* (Tab. 20, 29 et 31). La température ambiante et la qualité des aliments sont des facteurs importants déterminant les processus physiologiques chez les coccinelles prédatrices (Hodek & Evans, 2012), avec des implications directes sur le taux de leur développement et de leur survie (Ungerová & al., 2010), et aussi sur la performance de reproduction, telles que la fécondité et la fertilité (Hodek, 1993).

Aussi, sur la même culture d'orge, nous observons que les deux espèces *S. graminum* et *H. (Adonia) variegata* ne sont pas constantes par rapport aux autres cultures. Nous pouvons juger qu'il existe une relation entre l'abondance et la constance de ces deux espèces.

Par ailleurs, les trois espèces de Coccinelles aphidiphages '*S. (Scymnus) pallipediformis*, *S. (Scymnus) interruptus* et *S. (Pullus) subvillosus*' ont des différentes fréquences d'occurrence sur nos cultures. La 1^{ière} espèce est accessoire sur blé dur, accidentelle sur céréales et très accidentelle dans le blé tendre et l'orge. En revanche, la 2^{ième} espèce est accidentelle sur le blé dur, le blé tendre et les céréales, mais elle est absente sur l'orge. La dernière espèce est présente uniquement comme espèce accidentelle sur le blé dur et les céréales (Tab.20 et 31).

Il ressort que les coccinelles de grande taille, représentées par les espèces *C. septempunctata* et *H. variegata*, sont celles qui apparaissent les premières dans le champ de blé, avec un décalage temporel significatif de 25 jours, par rapport aux espèces de petite taille du genre *Scymnus* : *S. subvillosus*, *S. pallipediformis* et *S. interruptus* (Saharaoui & al., 2015). En revanche, le décalage

temporel entre les coccinelles et leurs proies est estimé à 9 jours pour les coccinelles de grande taille et de 15 jours chez celles qui sont de petite taille. Elle a permis également aux espèces du genre *Scymnus* de s'alimenter pour développer leurs gonades en vue de migrer vers d'autres sites pour se reproduire (Saharaoui & al., 2015).

Tableau 31 : Echelle de constance appliquée sur quelques espèces prédatrices et parasitoïdes dans les céréales des Hautes plaines. (*) : Prédatrice ; (**) : parasitoïde. (/) : Absence de l'espèce

Cultures	Accessoire (Ac.)	Accidentelle (A.)	Très accidentelle (Tac.)
Blé dur	<i>S. (Scymnus) pallipediformis*</i> , <i>Episyrphus balteatus*</i>	<i>H. attenuatus*</i> , <i>H. lethierryi*</i> , <i>C. fuscipes*</i> , <i>S. (Pullus) subvillosus*</i> , <i>S. (Scymnus) interruptus*</i> , <i>Chorebus sp.**</i> , <i>A. ervi**</i> , <i>A. matricariae**</i>	<i>D. capito*</i> , <i>Microlestes sp.*</i> , <i>T. (Eotachys) pallidulus*</i> , <i>E. (Exochomus) nigripennis*</i> , <i>H. algirica*</i> , <i>O. doublieri*</i> , <i>P. vigintiduopunctata*</i> , <i>S. punctillum*</i> , <i>Syrphus sp.*</i> , <i>D. coccinellae**</i> , <i>L. confusus**</i> , <i>P. volucre**</i>
Blé tendre	/	<i>H. lethierryi*</i> , <i>S. (Scymnus) interruptus*</i> , <i>T. flavipes*</i> , <i>Elaphropyza sp.*</i> , <i>Episyrphus balteatus*</i> , <i>A. ervi**</i> , <i>A. matricariae**</i> , <i>Braconidae sp. ind.**</i>	<i>A. wollastoni*</i> , <i>P. vigintiduopunctata*</i> , <i>S. (Scymnus) pallipediformis*</i> , <i>Chorebus sp.**</i>
Orge	<i>H. (Adonia) variegata*</i> , <i>T. flavipes*</i> , <i>Braconidae sp. ind.**</i>	<i>Episyrphus balteatus*</i>	<i>C. interceptus*</i> , <i>S. (Scymnus) pallipediformis*</i>
Céréales	<i>T. flavipes*</i> , <i>Elaphropyza sp.*</i> , <i>Episyrphus balteatus*</i> , <i>Braconidae sp. ind.**</i>	<i>S. (Scymnus) pallipediformis*</i> , <i>S. (Pullus) subvillosus*</i> , <i>S. (Scymnus) interruptus*</i> , <i>A. ervi**</i> , <i>A. matricariae**</i>	<i>A. wollastoni*</i> , <i>C. interceptus*</i> , <i>D. capito*</i> , <i>H. attenuatus*</i> , <i>H. lethierryi*</i> , <i>C. fuscipes*</i> , <i>Microlestes sp.*</i> , <i>T. (Eotachys) pallidulus*</i> , <i>E. (Exochomus) nigripennis*</i> , <i>H. algirica*</i> , <i>O. doublieri*</i> , <i>P. vigintiduopunctata*</i> , <i>S. punctillum*</i> , <i>Syrphus sp.*</i> , <i>Chorebus sp.**</i> , <i>D. coccinellae**</i> , <i>L. confusus**</i> , <i>P. volucre**</i>
Espèces communes	<i>Anthocoridae sp. ind.*</i> , <i>C. carnea*</i> , <i>D. rapae**</i>	<i>T. minuta*</i> , <i>Sphaerophoria sp.*</i>	/

Nous signalons que les cinq d'autres espèces de coccinelles sont très accidentelles dans le blé dur et les céréales (**Tab. 20 et 31**). Ainsi, la connaissance de la biologie, de la phénologie et des périodes de vol des coccinelles peut aider à la lutte contre les pucerons. La plus part des Coccinellidae aphidiphages d'Afrique du Nord ont deux générations par année avec une première

population maximale en mai et une deuxième moins abondante en octobre (Saharaoui & Hemptinne, 2009).

Les trois espèces prédatrices des carabes *H. lethierryi*, *H. attenuatus* et *C. fuscipes* sont accidentelles sur le blé dur et très accidentelles dans les céréales, mais sur le blé tendre, seulement *H. lethierryi* qu'existe comme espèce accidentelle. En revanche, dans la culture d'orge, ces trois espèces sont absentes (**Tab.20 et 31**). Concernant les autres espèces de carabes qui sont très accidentelles, nous enregistrons 3 et 5 espèces sur le blé dur et les céréales respectivement, une seule espèce pour chacune des deux cultures blé tendre et orge, mais pas la même espèce (**Tab. 20 et 31**).

Les prédateurs forment environ 10 % de la faune du sol et sont représentés par des Coléoptères tels que les Carabidés (Dajoz, 2003). Ces derniers sont très répandus et connus pour coloniser différentes niches écologiques (Denux & al., 2007). Les larves et les adultes sont généralement des prédateurs, ils s'attaquent le plus souvent aux insectes du sol et certaines espèces consomment même les escargots (Lyon, 1983). Bien que certains groupes comme les Harpalinae ont évolué vers les granivores (Denux & al., 2007).

La constance des trois espèces de la famille Empididae *T. minuta*, *T. flavipes* et *Elaphropyza sp.* est variable entre les cultures. La 1^{ière} espèce est accidentelle sur toutes les cultures. La 2^{ième} est accessoire dans l'orge et les céréales, et enfin la 3^{ième} est accidentelle sur le blé tendre et accessoire dans les céréales (**Tab.20 et 31**). Nous enregistrons que ces deux espèces d'Empididae sont constantes, *Elaphropyza sp.* sur le blé dur et l'orge, et *T. flavipes* dans le blé dur (**Tab. 20 et 29**).

Au début du printemps, certains groupes d'espèces d'Empididae sont particulièrement abondantes sur les fleurs. Ils jouent probablement un rôle important dans la pollinisation (Deletire & al., 1998), car les deux sexes de la plupart des espèces se nourrissent de sources de protéines et de nectar (Scudder & Cannings, 2006). A partir de juin, ce sont surtout les prédateurs qui sont abondants et dominants, parce que de nombreuses espèces d'empididés pullulent également au printemps et au début de l'été (Scudder & Cannings, 2006). Ils sont voraces et jouent probablement un rôle dans la régulation de la population des Diptères mineuses qui attaquent les plantes (Deletire & al., 1998).

Nous trouvons que l'espèce parasitoïde *Braconidae sp. ind.* est accessoire sur l'orge et les céréales, et accidentelle dans le blé tendre, mais elle est constante pour le blé dur (**Tab. 20, 29 et 31**). Car cette dernière culture englobe plusieurs espèces constantes de pucerons et même d'autres insectes par rapport aux autres cultures. Rehman & Powell (2010) expliquent que le comportement de recherche et de sélection de l'hôte chez les parasitoïdes est variable au niveau intra-spécifique,

mais également chez la même femelle au cours du temps. Le comportement de sélection et d'oviposition de la femelle est donc variable en fonction de circonstances tels que l'âge, l'état physiologique et l'expérience de la femelle, mais aussi le risque de prédation.

Les deux espèces parasitoïdes des pucerons *A. ervi* et *A. matricariae* sont notées accidentelles sur le blé dur, le blé tendre et les céréales, mais elles sont absentes sur l'orge (**Tab. 20 et 31**).

Actuellement, *A. ervi* et *P. volucre* sont les principaux agents utilisés pour la lutte biologique contre le puceron nuisible *Aulacorthum solani* (Starý & al., 2007), *A. pisum* (Boivin & al., 2012), et aussi contre *M. euphorbiae* dans les champs et les serres (Kavallieratos & al., 2005 ; Starý & al., 2007 ; Boivin & al., 2012).

De plus, les deux parasitoïdes *A. matricariae* et *A. rhopalosiphi* ont été introduites en 1988 à la Turquie et entre 1989 et 1990 aux États-Unis d'Amérique et en Australie pour le contrôle biologique de puceron *D. noxia* (Pretorius, 2008 in Muller & al., 2014). Par conséquent, l'utilisation d'*A. matricariae* est recommandée pour lutter contre *M. persicae* chez le poivron (Schelt & al., 2011) et d'autres plantes d'Asteraceae (Tomanović & al., 2003 ; Kos & al., 2008).

Selon les données si-dessus, les lâchers des espèces parasitoïdes '*A. ervi*, *A. matricariae* et *P. volucre*' sont programmés pour le contrôle biologique des pucerons : *A. pisum*, *M. euphorbiae*, *M. persicae*, *D. noxia* et *A. solani*. Nous avons enregistré que les quatre premières espèces de pucerons existent dans notre étude, et ces trois espèces parasitoïdes peuvent contrôler les populations de ces quatre pucerons au printemps, mais sur plusieurs genres de plantes hôtes (graminées, légumineuses, solanacées, arbres fruitiers,...).

De plus, *Chorebus sp* est accidentelle sur le blé dur, mais très accidentelle sur le blé tendre, les céréales et elle est absente sur l'orge. Pour les trois autres espèces parasitoïdes de la famille Braconidae '*D. coccinellae* ; *L. confusus* et *P. volucre*' sont uniquement très accidentelles sur le blé dur (**Tab. 20 et 31**). Ces espèces parasitoïdes sont classées accidentelles ou bien très accidentelles, car elles ont besoin des températures élevées pour assurer leur vie et cela se confirme par nos captures de ces espèces en fin du printemps, lorsque la température s'adoucit. Malgré que ces parasitoïdes sont classées accidentelles ou bien très accidentelles, la culture de blé dur reste la plus accueillante en ces espèces.

Les espèces parasitoïdes ont toutes de bonnes capacités de dispersion, de découverte et de localisation de l'hôte (Starý, 1988). La variation de la température est parmi les conditions qui peuvent influencer la survie des Hyménoptères parasitoïdes (Bortolotto & al., 2015) et même elle reste le principal facteur affectant la présence des braconidés parasitoïdes dans les agro-écosystèmes (Van Emden, 1965). Ces espèces parasitoïdes exigent de la nourriture sous forme de

pollen et de nectar, pour assurer l'efficacité de leur pullulation, leur longévité et leur fécondité (Van Emden, 1965 ; Baggen & Gurr, 1998 in Ratnadass & *al.*, 2012).

De plus, la survie des parasitoïdes immatures dépend fortement de la survie de l'hôte (Jervis & Copland, 1996 in Lins Jr & *al.*, 2011). Les facteurs climatiques (Rodrigues & *al.*, 2004 in Lins Jr & *al.*, 2011), la qualité nutritionnelle (Sidney & *al.*, 2010) et les défenses de l'hôte (Brodeur & Boivin, 2004 in Lins Jr & *al.*, 2011) sont parmi les principales causes de mortalité chez les parasitoïdes immatures.

Les espèces très accidentelles sont nombreuses sur les céréales avec 18 espèces, suivies par le blé dur 12 espèces. La majorité de ces espèces sont prédatrices (Carabes et Coccinelles) et uniquement quatre espèces parasitoïdes, mais cette classe est très limitée sur le blé tendre et l'orge avec 4 et 2 espèces respectivement (**Tab. 20 et 31**).

Nous constatons que dans cette étude les espèces prédatrices et parasitoïdes existent dans différentes échelles d'occurrence. Elles varient d'une culture à l'autre selon leur distribution temporelle durant toute la période d'étude synchronisée avec la saison de printemps. La caractéristique de cette saison reste la température douce et la période d'apparition et d'émergence des fleurs de plusieurs plantes. La connaissance de la systématique, de la bio-écologie, d'abondance en nombre et d'occurrence dans le temps et l'espace des prédateurs et des parasitoïdes est essentielle pour la gestion de leurs populations dans les cultures céréalières et pour leur utilisation pratique en lutte biologique comme des contrôleurs contre les insectes déprédateurs.

Selon Van Emden (1965), les habitats sauvages abritent un large éventail d'ennemis naturels des ravageurs des cultures, notamment les doryphores, les staphylinidés, les araignées, les coccinelles, les syrphes, les chrysopes, les punaises, les acariens et aussi les parasitoïdes. En particulier, les habitats comprenant une végétation vivace et annuelle situées en dehors des champs cultivés, ils peuvent servir de source de pollen et de nectar, qui sont des aliments essentiels pour de nombreux insectes (Bianchi & *al.*, 2006). Il a été démontré que les chrysopes, les coccinelles, les syrphes et les parasitoïdes, qui contrôlent les populations de ravageurs dans les champs cultivés, utilisent des sources de nectar situées en dehors de ces champs (Hickman & Wratten, 1996).

2. Analyse synécologique des communautés et de leurs variations spatio-temporelles

2.1. Analyse de la variation pluriannuelle de la structure des communautés suivant le type de culture

Nous notons que l'année 2013 est la plus fréquente en nombre d'individus sur les trois cultures, blé dur, blé tendre et céréales avec 14.248 ; 4612 et 20.229 individus respectivement par rapport aux deux autres années. Alors que l'année 2014 était la plus riche en effectif pour la culture d'orge avec 2548 individus (**Fig. 7 A**).

Ainsi, nous enregistrons sur la figure (7 A et B), que le blé dur est la culture la plus abondante en effectif et en espèces par rapport aux deux autres cultures durant les trois années d'étude (2012, 2013 et 2014). Car l'échantillonnage sur cette culture durant ces trois années respectivement est appliqué sur un nombre de micro-parcelles important de 6 ; 14 et 12 micro-parcelles, par rapport au nombre des micro-parcelles des deux autres cultures pendant la même période d'échantillonnage.

Pour interpréter la cause des variations d'effectifs d'une population au cours du temps, il est nécessaire de comprendre comment les taux de natalité et de mortalité sont affectées en fonction de la densité de la population considérée, mais aussi en fonction des fluctuations des valeurs présentées par les facteurs écologiques limitant propres à l'écosystème auquel l'espèce est inféodée (Ramade, 2003).

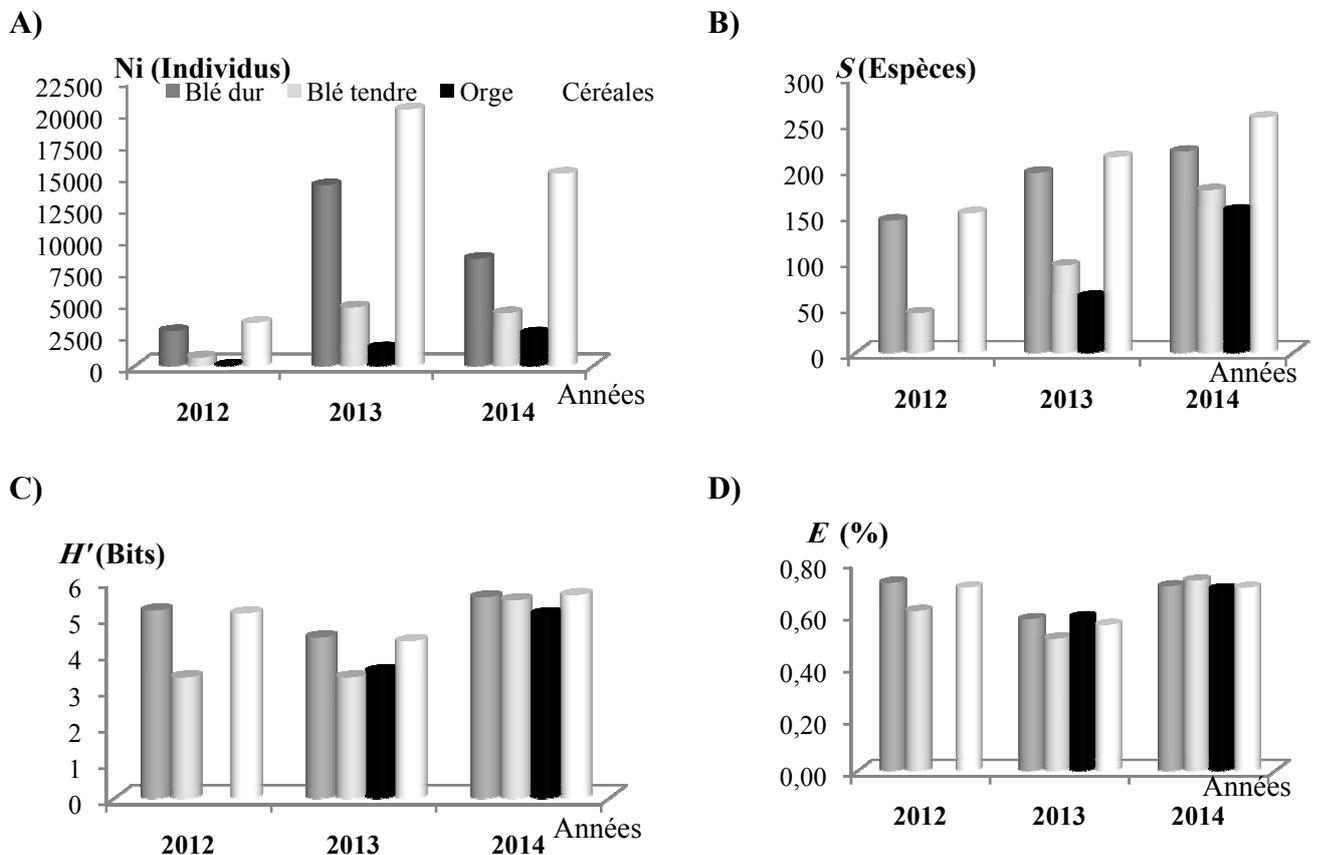


Figure 7 : Effectif (Ni) des insectes (A), Richesse total (S) des taxons (B), Indice de Shannon (H') (C), Indice d'équitabilité (E) (D) des espèces recensées sur les trois cultures séparées et confondues durant les trois années d'étude dans les Hautes plaines.

Durant l'année 2012, nous signalons que les trois cultures, blé dur, blé tendre et céréales sont moins peuplées par les insectes, soit en effectif avec 2 741 ; 659 et 3400 individus respectivement,

soit en richesse totale des espèces avec 144 ; 43 et 152 espèces respectivement (**Fig. 7 A et B**). Nous pouvons expliquer cette diminution pour ces deux paramètres par les trois raisons suivantes, la première est le manque des données sur la culture d'orge durant cette année. La deuxième est que nous n'avons pas réalisé notre échantillonnage dans la zone d'El-Khroub et que nous avons seulement 11 micro-parcelles, et enfin le nombre de techniques d'échantillonnage est limité uniquement en deux méthodes, examen de la plante et pièges colorés.

Wenninger & Inouye (2008) affirment que la diversité et l'abondance des insectes peuvent se corrélent positivement avec la phyto-diversité naturelle et l'agro-écosystème. La complexité structurelle naturelle de la productivité des plantes ou la nutrition peuvent être à l'origine de la dynamique de leurs populations.

Dans la **Figure 7 B**, nous observons que l'année 2014 est la plus riche en nombre d'espèces que les autres années, sur toutes les cultures, blé dur, blé tendre, orge et céréales avec 219 ; 177 ; 155 et 256 espèces respectivement. Les schémas de distribution spatiale et temporelle des espèces sont liés à divers facteurs et processus écologiques comme les conditions physiques, l'altitude et le climat (MacArthur, 1972).

Nous constatons que l'année 2014 est la plus riche en espèces, alors que l'année 2013 est la plus dominante en effectif pour toutes les cultures à l'exception de la culture d'orge (**Fig. 7 A et B**). La différence en nombre d'espèces entre les cultures, blé dur, blé tendre, orge et céréales en 2014 et ces mêmes cultures en 2013 est de 23 ; 52 ; 94 et 43 espèces respectivement. Nous trouvons que la richesse totale en espèces de la culture de blé dur est proche pour les deux années que les deux autres cultures (**Fig.7 B**). En raison de l'interruption humaine dans les agro-écosystèmes et les variations climatiques globales, l'écosystème des insectes est perturbé, et aussi influence de manière significative la fécondité des insectes et leur dynamique démographique. En réponse à ces facteurs, les insectes peuvent prolonger leurs stades métamorphiques, leur survie et leur taux de multiplication (Khaliq & *al.*, 2014).

Toutefois, l'importance en nombre des espèces inventoriées est différente d'une année à une autre suivant les conditions climatique de ces années, mais surtout suivant l'effort d'échantillonnage. Car l'année 2014, nous avons rajouté une quatrième technique de filet fauchoir qui aide à la capture de différentes espèces. Malgré que nous avons signalé l'absence des données sur l'orge dans la zone d'étude Sétif et l'absence de la méthode échantillonnage 'filet fauchoir' en 2013, aussi le nombre total des micro-parcelles est presque identique durant l'année 2013 et 2014

avec de 26 et 25 micro-parcelles respectivement, l'effectif des insectes reste plus abondant en 2013 qu'en 2014.

Les conditions climatiques différentes de chaque année d'étude, le choix des cultures et variétés étudiées, et même l'intensification des techniques d'échantillonnage et leur efficacité sont parmi les facteurs déterminants la diversité, la richesse spécifique et l'effectif des insectes. Dajoz (2003) dénote que les réactions fréquentes aux facteurs climatiques sont la modification des cycles de développement, l'estivation ou l'hibernation et la migration. Aussi, il rajoute que le comportement et la structure du milieu règlent la répartition spatiale des individus, mais cette distribution peut être très irrégulière.

Les deux indices, de Shannon (H') et équitabilité (E) indiquent que le blé dur et les céréales sont les plus diversifiés en terme d'insectes durant les deux années 2014 et 2012 respectivement, avec les valeurs de (H') de 5,59 et 5,19 bits sur le blé dur et de 5,63 et 5,11 bits sur les céréales. Alors que la valeur (E) est la même 0,70 % sur les deux cultures et durant les deux années (**Fig.7 C, D**). Ainsi en 2014, nous signalons que le blé tendre et l'orge respectivement ont des valeurs supérieures pour ces deux indices, avec 5,46 ; 5,08 bits de (H') et 0,70 ; 0,73 % de (E) (**Fig.7 C, D**).

En revanche, l'année 2013 est considérée comme l'année la moins diversifiée en insectes sur toutes les cultures, nous notons que (H') et (E) sont presque identiques sur le blé dur et les céréales respectivement avec 4,44 et 4,33 bits ; 0,58 et 0,56 %, et aussi de 3,50 bits et 0,59 % pour l'orge. De plus, nous enregistrons que durant cette année et en 2012 respectivement, la culture de blé tendre a eu la même valeur de 3,33 bits pour (H'), et des valeurs de (E) très proches avec 0,51 ; 0,61 % (**Fig.7 C, D**). L'indice de Shannon et l'équitabilité montrent que notre inventaire est diversifié et bien réparti en nombre d'espèces et en nombre d'individus durant l'année 2014, mais nous observons le contraire pour l'année 2013.

2.1.1. Similitude globale entre les peuplements suivant le temps

Le **Tableau 32** marque une grande similitude entre les peuplements durant les trois années d'étude qui se trouvent dans l'intervalle de [68-78 %] pour les cultures suivantes : (blé dur 2014 /blé tendre 2014) ; (blé tendre 2014/orge 2014) ; (blé dur 2014/orge 2014) et (blé dur 2013/blé tendre 2014), avec les valeurs de similitude et le nombre d'espèces communes : (77,27 % ; 153 espèces), (75,90 % ; 126 espèces), (74,33 % ; 139 espèces) et (72,38 % ; 135 espèces) respectivement. Nous pouvons dire que cette grande ressemblance est le résultat du nombre d'espèces communes élevé entre les deux plantes, blé dur et tendre qui sont classées dans le même genre *Triticum*, et même le genre *Hordeum* est plus proche au *Triticum*, car les deux sont classés

dans la même famille des Poaceae. Ainsi, nous rajoutons que l'année 2014 est plus riche en nombre d'espèces total et mêmes communes entre les différentes cultures que les deux autres années.

Les valeurs faibles de similitude entre les peuplements sont enregistrées dans l'intervalle de [30-49 %] sur les cultures suivantes : (blé tendre 2012/orge 2014) ; (blé dur 2014/blé tendre 2012) ; (blé dur 2013/blé tendre 2012) et (blé tendre 2014/blé tendre 2012) respectivement avec de 30,3 ; 30,53 ; 30,96 et 32,37 % (**Tab. 32**). Cette faible ressemblance pourrait être justifiée par le nombre d'espèces total limité dans la culture de blé tendre en 2012 avec 43 espèces par rapport aux autres cultures (orge 2014 ; blé dur 2014 ; blé dur 2013 ; blé tendre 2014) avec 155 ; 219 ; 196 et 177 espèces respectivement.

Tableau 32 : Similitude (%) entre les peuplements des trois cultures étudiées (blé dur, blé tendre et orge) durant les trois années d'études dans les Hautes plaines.

Cultures	Blé dur 2012	Blé dur 2013	Blé dur 2014	Blé tendre 2012	Blé tendre 2013	Blé tendre 2014	Orge 2013	Orge 2014
Orge 2014	64,88	68,94	74,33	30,3	54,40	75,90	42,59	100
Orge 2013	36,10	39,69	37,14	51,92	56,41	39,49	100	
Blé tendre 2014	67,29	72,38	77,27	32,37	56,62	100		
Blé tendre 2013	48,53	58,42	50,95	47,83	100			
Blé tendre 2012	38,50	30,96	30,53	100				
Blé dur 2014	66,12	69,40	100					
Blé dur 2013	60	100						
Blé dur 2012	100							

Concernant les valeurs moyennes de cet indice, elles sont classées dans l'intervalle de [50-65 %] pour les cultures : (blé dur 2014/blé tendre 2013) ; (blé tendre 2013/blé tendre 2014) ; (blé tendre 2013/blé dur 2013) et (blé dur 2012/orge 2014) avec 50,95 ; 56,62 ; 58,42 et 64,88 % respectivement (**Tab. 32**). Nous constatons que les valeurs moyennes marquées entre le blé dur et le

blé tendre durant les deux années 2013 et 2014 et aussi entre le blé dur et l'orge sont le résultat de 100 espèces communes entre eux.

L'étude de Kellil (2011) révèle que la valeur la plus importante de similitude entre les trois cultures (blé dur, blé tendre et orge) dans les Hautes plaines est mentionnée sur blé dur/ blé tendre avec de 73,08 % et la plus faible est signalée entre blé dur/ orge avec de 66,08 %.

Nous enregistrons dans le **Tableau 33** une grande ressemblance des communautés sur les cultures céréalières entre l'année 2014 et 2013 avec une valeur de 70,79 %. Car ces deux années sont classées comme les plus riches en espèces totales avec 256 et 213 espèces respectivement, par rapport à l'année 2012 qui est marquée uniquement par 152 espèces. De plus, nous notons que les espèces communes entre ces deux années sont de 166 espèces.

Tableau 33 : Similitude (%) entre les peuplements des céréales durant les trois années d'étude (2012, 2013 et 2014) dans les Hautes plaines.

Culture	Céréales 2012	Céréales 2013
Céréales 2014	65,20	70,79
Céréales 2013	63,01	100
Céréales 2012	100	

Une ressemblance moyenne entre les espèces est signalée sur les céréales en 2012/ 2014 et en 2012/2013 (**Tab. 33**). Le manque de la culture d'orge en 2012 et aussi l'absence de l'échantillonnage dans la zone d'El-Khroub, sont les deux facteurs qui expliquent les valeurs moyennes de cet indice. Nous citons que le nombre d'espèces communes entre les années 2012/2014 est de 133 espèces et entre 2012/2013 est de 115 espèces.

2.2. Analyse de la variation de la structure des communautés suivant les stades phénologiques par type de culture

2.2.1. Richesse spécifique et effectifs totaux

Les résultats des **Figures 8 et 9** indiquent que le stade épiaison est le plus touché par les insectes, soit en effectif, soit en nombre d'espèce durant les trois années d'étude, pour toutes les cultures étudiées, et même pour la somme totale des données sur les céréales durant ces trois années avec 251 espèces et 21.288 individus. Nous notons le cas exceptionnel de la culture d'orge en 2014 où le stade montaison avec 1105 individus est plus dominant en l'effectif que le stade épiaison de

1000 individus. Malgré que la présence de 111 espèces en épiaison à l'opposé de 78 espèces en montaison (**Fig. 8 C et 9 C**).

Différentes espèces de plantes hôtes peuvent différer dans leur structure chimique et morphologique. Ainsi, la sélection pourrait agir dans des directions opposées entre les populations d'insectes se nourrissant d'espèces hôtes différentes, favorisant des valeurs de trait opposées sur des hôtes différents (Matsubayashi & *al.*, 2010).

La culture de blé dur est la plus touchée par les insectes en espèce et en effectif durant le stade épiaison pour les trois années 2014, 2013 et 2012 respectivement, avec (180 espèces ; 3955 individus), (138 espèces ; 8559 individus) et (103 espèces ; 1319 individus) (**Fig. 8 A et 9 A**). Nous signalons que le stade montaison de cette culture en 2013 partage le même nombre d'espèces de 138 avec le stade épiaison de la même année et avec le stade montaison de 2014, mais une grande différence au niveau des effectifs de ce stade durant l'année 2013 avec 4075 individus et 3151 individus en 2014 (**Fig. 8 A et 9 A**).

Les changements de température et d'humidité peuvent influencer indirectement les insectes en modifiant le métabolisme et la physiologie des plantes hôtes (Netherer & Schopf, 2010). Régnière & *al.* (2012) affirment que non seulement le seuil de température élevé est responsable de ces variations, mais la température froide joue un rôle important dans les propriétés intrinsèques des espèces d'insectes.

Le stade épiaison reste toujours le stade le plus peuplé par les insectes sur le blé tendre durant les années 2012, 2013 et 2014 respectivement avec une richesse totale de 36 ; 58 et 125 espèces, aussi en effectifs avec 539 ; 3197 et 2122 individus (**Fig. 8 B et 9 B**). Pour le blé tendre et durant chaque année d'étude seule et l'ensemble des céréales, le stade montaison occupe la 2^{ième} position en nombre d'espèces et en effectifs après le stade épiaison. Nous observons que le blé tendre en l'année 2014 est riche en espèces (108) et en l'année 2013 est plus abondant en individus (3197) (**Fig. 8 B, D et 9 B**). Sur l'orge en 2013, nous trouvons une exception, le stade maturation avec 33 espèces et 468 individus est classé après l'épiaison avec 40 espèces et 597 individus et la montaison est en 3^{ième} position avec 29 espèces et 295 individus (**Fig. 8 C et 9 C**).

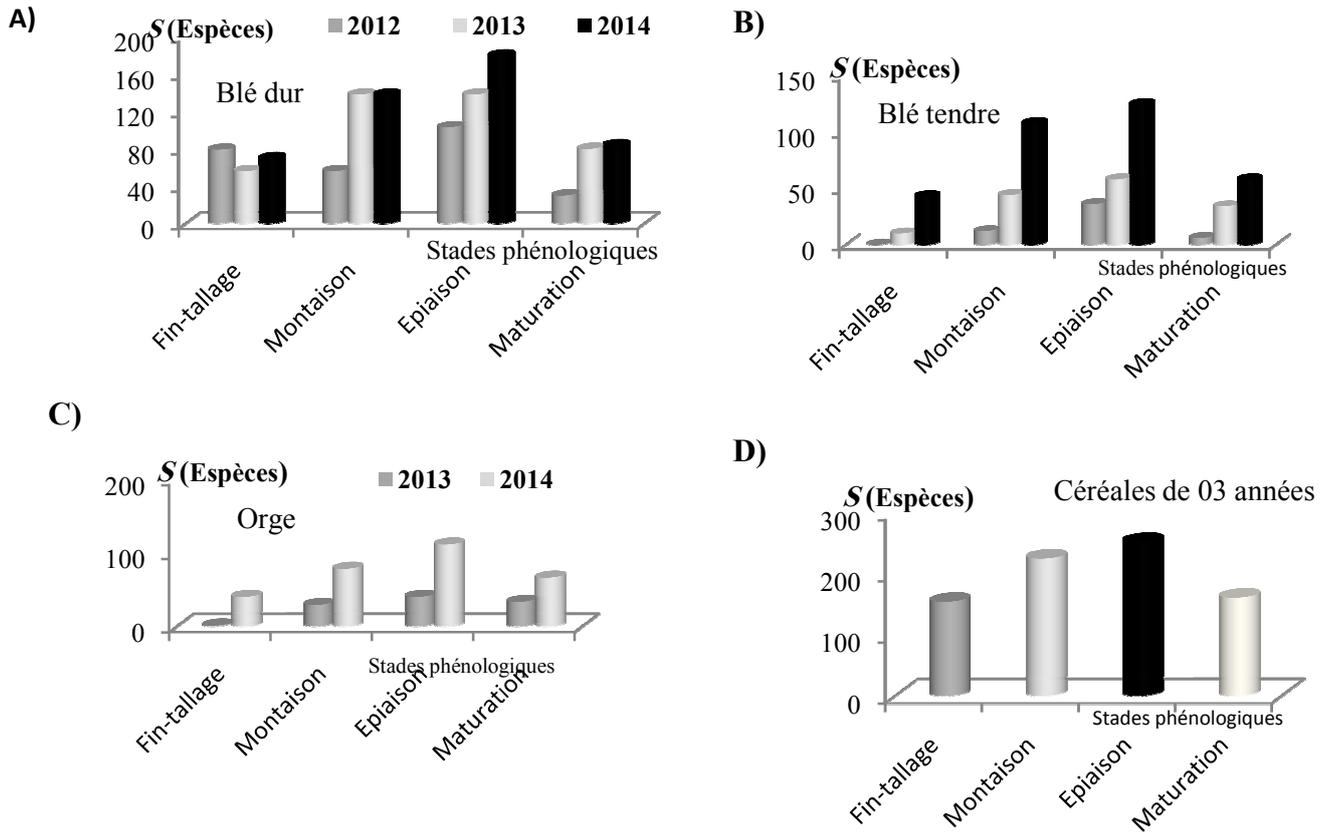


Figure 8 : Richesse totale (S) des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.

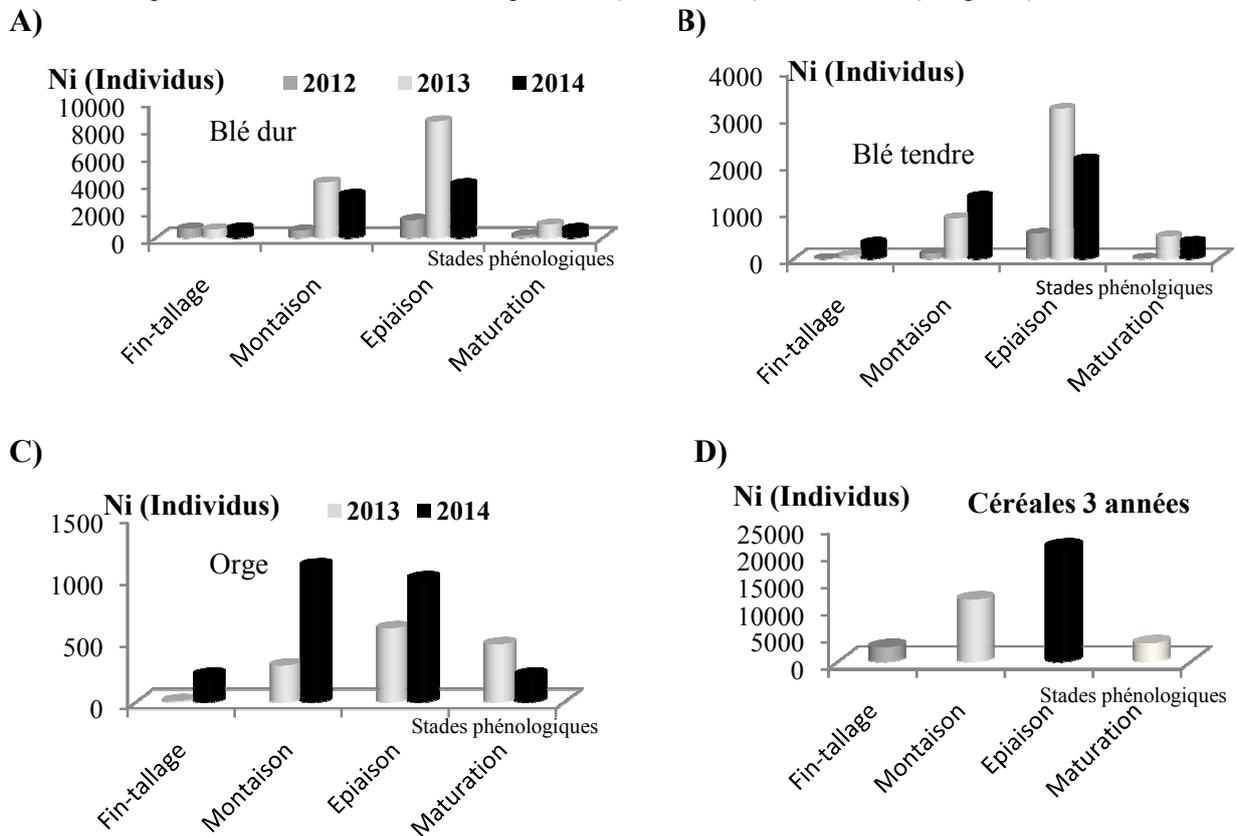


Figure 9: Effectifs totaux des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.

D'après ces résultats du stade épiaison, nous révélons que l'année 2014 est la plus accueillante par les espèces et l'année 2013 est la plus fréquente en nombre d'individus. Alors que 2012 est la moins abondante en espèces et en effectifs, car l'échantillonnage durant cette dernière année est limité au niveau de micro-parcelles, méthodes d'échantillonnage et zone d'étude. Cette richesse durant le stade épiaison (mois de mai) serait en relation avec le grand développement des plantes à fleurs (spontanées, adventices et mêmes des cultures) au cours de ce stade, ce qui favoriserait la présence surtout des insectes des Hyménoptères et des Diptères qui sont attirés par les fleurs.

La composition floristique et la structure de la végétation sont les facteurs environnementaux qui aident à l'explication de la biodiversité et les schémas de répartition des véritables assemblages d'insectes, ainsi que la distribution de leurs sources d'alimentation (Bröring & Wiegler, 2005). De plus, Barrett (2001) rajoute que certaines plantes n'offrent pourtant aucune nourriture aux pollinisateurs qui s'y posent, mais elles imitent diverses caractéristiques tels que la couleur, la texture, le parfum et la forme d'espèces florissant dans le voisinage et sécrétant beaucoup de nectar, les insectes, incapables de les distinguer, pollinisent les deux.

Le stade fin-tallage est le moins fréquent en espèce et leurs individus par rapport au stade maturation, sauf dans le cas de la culture de blé dur en 2012, nous enregistrons que la fin-tallage avec 79 espèces et 684 individus est la plus abondante que la maturation avec 30 espèces et 194 individus, et même la montaison avec 56 espèces et 544 individus. En 2014 et pour cette même culture, l'effectif en stade fin-tallage était de 693 individus est plus élevé qu'en maturation avec 658 individus (**Fig. 8 A et 9 A**). Nous signalons durant le stade fin-tallage, une absence totale d'insectes sur la culture de blé tendre en 2012, et la présence d'une seule espèce (*Aplocnemus nigricornis*) avec 9 individus sur la culture d'orge en 2013 (**Fig. 8 B, C et 9 B, C**).

Le modèle de distribution actuel de la plupart des espèces d'insectes est un effet du climat. Le phénomène peut être observé en particulier sur les limites de l'aire de répartition où la température est un facteur limitant principal (Ayres & Lombardero, 2000). Lorsque les températures sont trop basses ou trop hautes, la fécondité et la durée de vie des individus sont fortement réduites. Il semble qu'une température de 20 °C, représente un optimum pour beaucoup d'espèces, alors que des températures comprises entre 30 et 35 °C sont létales pour la majorité des espèces (Robert, 1982).

Kellil (2011) enregistre que c'est le stade tallage qui occupe la première place en nombre d'espèces, et la culture de blé tendre positionne le 1^{er} rang durant ce stade avec 217 espèces, suivie par l'orge et le blé dur avec 192 et 171 espèces respectivement. Pour les trois autres stades, montaison, épiaison et maturation respectivement, c'est la culture de blé tendre qui est la plus

dominante en espèces durant ces trois stades avec 103 ; 113 et 106 espèces comparativement avec le blé dur (70 ; 77 et 71 espèces) et l'orge (76 ; 78 et 86 espèces).

Pour faire une comparaison entre ces résultats et nos résultats, nous notons que Kellil (2011) a réalisé l'échantillonnage durant tout le stade tallage (début, moyen et fin-tallage). C'est pour cette raison que la richesse spécifique durant ce stade est plus élevée que la notre. Car dans notre cas, nous avons effectué l'échantillonnage seulement durant la fin-tallage, mais nous signalons que le stade fin-tallage sur le blé dur en 2014 (180 espèces) est riche en espèces que le stade tallage sur le blé dur (171 espèces) dans l'étude de Kellil (2011).

La comparaison avec les données de Kellil (2011) révèle que les stades (montaison, épiaison et maturation) sont plus riches en espèces sur le blé dur en 2013 et 2014 que le blé dur. Cependant seulement ces deux premiers stades sont fréquents en espèces sur le blé tendre et l'orge en 2014 par rapport à ces mêmes deux cultures de Kellil (2011). En revanche, le nombre d'espèces durant ces trois stades et sur les cultures de blé tendre (2012 et 2013) et l'orge (2013) est faible comparé aux données de ces deux cultures citées par ce même auteur.

Les perturbations abiotiques, en particulier les effets thermiques supérieurs et inférieurs, contrôlent la multiplication des insectes, les diapauses, l'émergence, le vol et le taux de dispersion (Yamamura & Kiritani, 1998). Le climat lui-même agit comme facteur dépendant de la densité durant l'hiver en éliminant des individus qui n'ont pas réussi à trouver des sites d'hivernage favorables et qui sont plus nombreux lorsque la population est plus importante (Dajoz, 2003).

Nous constatons que la richesse totale en espèces suivant les cultures et les années a montré que les trois cultures blé dur, blé tendre et orge durant l'année 2014 abritent le peuplement le plus riche et le plus diversifié pendant les différents stades phénologiques étudiés. Ainsi, nous notons que le stade fin-tallage du blé dur en 2012 occupe la première place en nombre d'espèces par rapport à ce même stade sur les autres cultures. Pour le stade maturation est classé en première position selon le nombre d'espèces et d'effectifs sur le blé dur respectivement en 2014 et 2013 avec 84 espèces et 989 individus par rapport à ce même stade sur les autres cultures (**Fig. 8 A et 9 A**). En effet, la culture de blé tendre en l'année 2012 est classée comme la culture la moins abondante durant les quatre stades phénologiques en nombre d'espèces et en effectifs (**Fig. 8 B et 9 B**).

Pour rendre compte de la diversité des insectes et leurs rôles, il nous faut connaître les différentes variations numériques dans le temps et dans l'espace (Benkhelil, 1991). L'influence de la température sur la vie d'un insecte se traduit par un diagramme appelé échelle thermo-biologique (Fleurat-Lessard & le Torc'h, 2000). Vannier (1987) in Fleurat-Lessard & le Torc'h (2000) a défini un optimum thermique qui correspond à la gamme des températures où les fonctions physiologiques sont assurées normalement. Mais, les insectes restent toujours des organismes adaptatifs, puissants

et rapides en pullulation avec un taux de fécondité élevé et un cycle de vie court (Khaliq & *al.*, 2014), aussi leur résistance ont permis leur adaptation à divers climats et le maintien de leur propre biodiversité (Farha-Rehman & *al.*, 2010).

Une grande distinction signalée entre le nombre d'espèces et leur effectif sur chaque culture dans chaque stade phénologique et chaque année d'étude. Cela serait dû à la diversité et le nombre des variétés étudiées pour chaque culture et durant les années 2012, 2013 et 2014, ainsi aux conditions environnementales durant chaque stade, car les températures moyennes et les précipitations sont variables durant un stade phénologique à un autre, durant une année à une autre. Nous pouvons justifier cela par le fait que l'installation des peuplements sur une culture demande beaucoup de facteurs à la fois, comme le choix du stade de développement de la plante hôte qui coïncide avec le développement de l'insecte, et aussi la présence de leurs espèces antagonistes sur cette plante.

La sélection est écologique lorsqu'elle découle de l'interaction d'individus avec leur environnement lors de l'acquisition de ressources ou de l'interaction d'individus avec d'autres organismes dans leur tentative d'obtenir des ressources, le cas de la concurrence (Matsubayashi & *al.*, 2010). D'un autre côté, les différences de concentrations en métabolites secondaires de défense, chez des populations de plantes sauvages ou pour certains cultivars de plantes domestiquées, peuvent influencer l'abondance des insectes phytophages et, par conséquent, indirectement l'abondance de leurs ennemis naturels (Bukovinszky & *al.*, 2008).

2.2.2. Indice de diversité et équitabilité

En 2014, la culture d'orge a abrité le peuplement le plus diversifié et le plus équilibré durant les quatre stades phénologiques. Nous citons le stade épiaison avec 6,79 bits et 0,73 %, qui occupe la première position pour ces deux indices (H') et (E) respectivement, suivi par la maturation (5,2 bits ; 0,86 %) et la fin-tallage (5,32 bits ; 0,64 %), par rapport au stade montaison (4,25 bits ; 0,68 %) (**Fig. 10C et 11C**). L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 2003). Le même auteur signale que l'équitabilité varie 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

Nous classons en deuxième position la culture de blé dur et de blé tendre en 2014 respectivement pour la diversité des espèces et leur équilibre, durant les trois stades successifs, l'épiaison (5,65 ; 5,57 bits), la maturation (5,41 ; 5,36 bits) et la montaison (4,7 ; 4,64 bits), plus le stade fin-tallage (4,13 bits) pour la première culture. Les valeurs de l'indice d'équitabilité sont

identiques sur ces deux cultures pour les stades maturation (0,84 %), épiaison (0,75 %) et montaison (0,66 %) (**Fig. 10 A, B et 11 A, B**).

Ainsi, il existe une diversité remarquable sur les céréales durant les quatre stades, le stade maturation est plus diversifié et équilibré avec 5,42 bits et 0,63 % par rapport aux trois autres stades, mais l'équitabilité sur ces trois stades est limitée entre 0,50-0,59 % (**Fig. 10 D et 11 D**). Faurie & al. (2003) indiquent que l'indice de diversité spécifique 'Indice de Shannon-Weaver' est élevé lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons est équilibrée. Un indice avec de faibles valeurs traduit un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes.

L'année 2014 qui est représentée par les groupes d'insectes les plus diversifiés et les plus équilibrés sur les trois cultures blé dur, blé tendre et orge par rapport aux années 2013 et 2012. Malgré que la culture de blé dur en 2013 est la plus abondante en effectif durant les trois stades phénologiques montaison, épiaison et maturation par rapport à toutes les stades des autres cultures, mais cette culture reste moins diversifiée que toutes les cultures de 2014 (**Fig.9, 10 et 11**). Ceci revient au fait que cet indice se base, non seulement sur le nombre d'espèces, mais aussi sur le nombre d'individus de chaque espèce. L'importance des insectes dans les différentes cultures devrait se baser sur cet indice et non sur la richesse spécifique totale qui met à pied l'égalité des espèces mal ou bien représentées du point de vue nombre.

Nous observons également l'absence des deux indices (H' et E) durant le stade fin-tallage sur la culture d'orge en 2013 et la culture de blé tendre en 2012, car ce stade représenté par une seule espèce pour l'orge et une absence totale sur le blé tendre. Ainsi, nous notons que cette 1^{ière} culture a une diversité et un équilibre entre les trois stades, avec presque les mêmes valeurs pour (H') entre 3,02 et 3,56 bits et entre 0,60-0,73 % de (E), cependant pour cette 2^{ième} culture les valeurs de (H') et de (E) ne sont pas proches durant les stades : montaison (1,79 bits ; 0,50 %), épiaison (3,24 bits ; 0,63 %) et maturation (2,58 bits ; 1 %) (**Fig.10 B, C et 11 B, C**). Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares pèsent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (Ramade, 2003).

L'indice de diversité et d'équirépartition cités par Kellil (2011) sont plus élevés dans les trois cultures en période de tallage, sur le blé tendre (5,75 bits ; 0,74 %), sur l'orge (5,35 bits ; 0,71 %) et sur blé dur (5,14 bits ; 0,69 %) que les autres stades phénologiques.

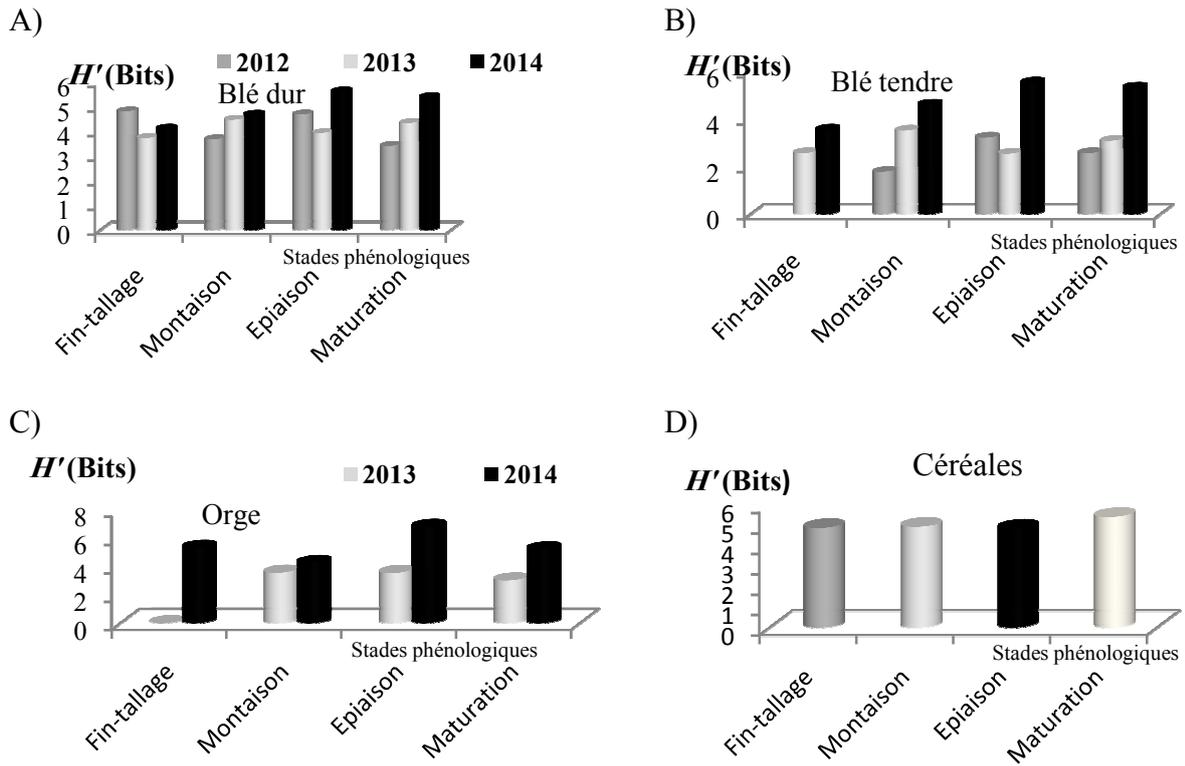


Figure 10 : Indice de Shannon (H') des espèces recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 03 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.

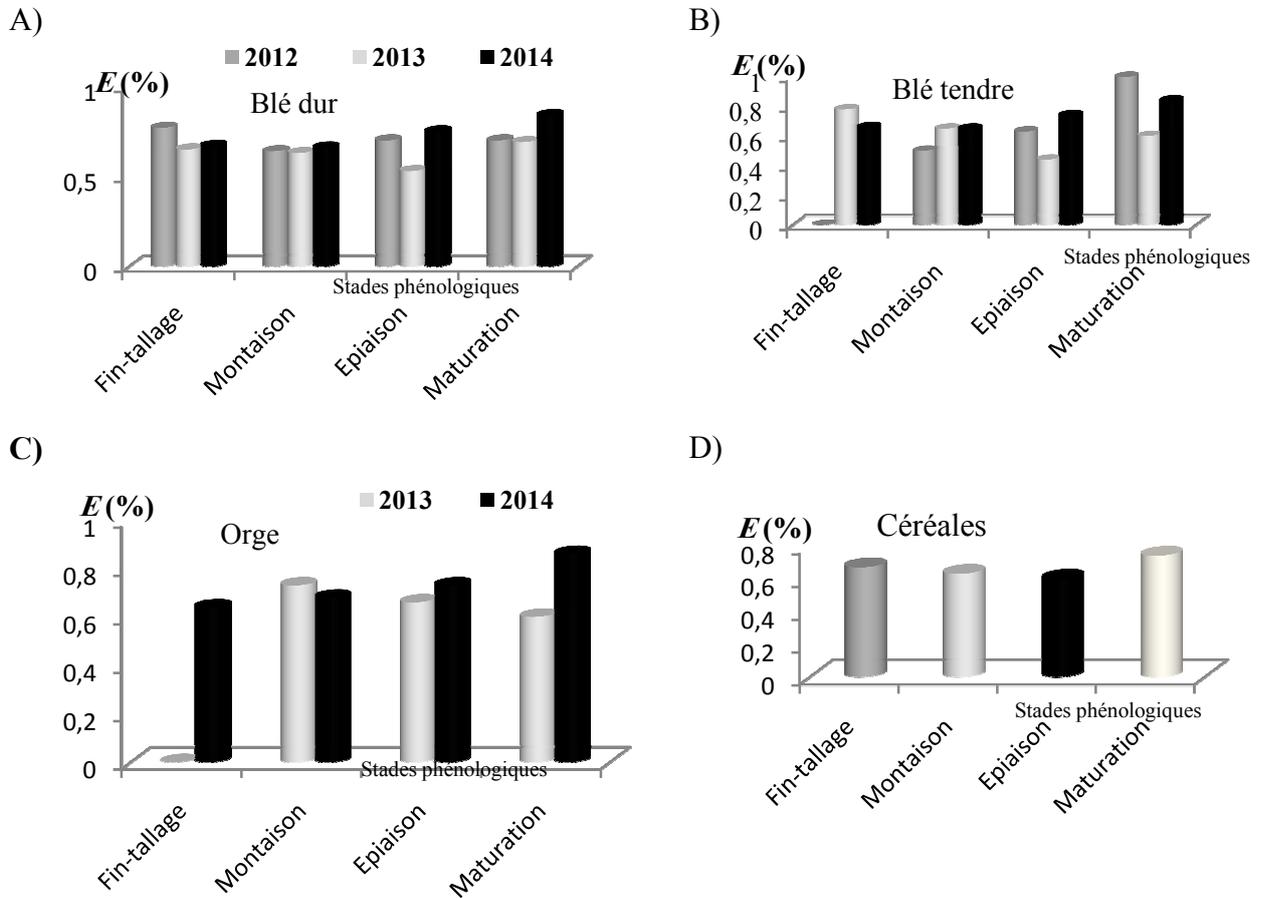


Figure 11 : Indice d'équitabilité (E) des espèces d'insectes recensées selon les stades phénologiques par culture, par année et la somme des 3 années pour les céréales dans les Hautes plaines. A) Blé dur ; B) Blé tendre ; C) Orge ; D) Céréales.

2.2.3. Similitude entre les peuplements suivant les stades phénologiques des céréales

Nous constatons une grande similitude, de 76,63 %, entre les peuplements d'insectes du stade montaison et épiaison dans les Hautes plaines. Aussi, les autres valeurs de similitude sont élevées et presque proches entre les différents stades phénologiques (**Tab.34**).

Tableau 34 : Similitude (%) entre les insectes inventoriés sur les céréalières durant les quatre stades phénologiques de l'ensemble des trois années d'études dans les Hautes plaines.

Stades phénologiques	Fin-Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
Maturation	60,06	67,70	68,61	100
Epiaison	63,86	76,63	100	
Montaison	66,84	100		
Fin-Tallage	100			

Nous pouvons justifier cette grande ressemblance entre les quatre stades phénologiques par le nombre élevé des espèces communes entre ces stades, malgré que chaque stade a une spécificité morphologique et biochimique différentes de l'autre stade pour l'accueil des insectes. De plus, nous notons 182 espèces communes entre la montaison et l'épiaison par rapport à 224 et 251 espèces recensées respectivement. Nous signalons que le stade fin-tallage qui est le moins infesté par les insectes avec 153 espèces, suivi par la maturation (160 espèces), mais nous signalons 94 espèces communes entre ces deux stades.

2.3. Analyse de la variation spatiale globale de la structure des communautés

La culture de blé dur est la plus touchée par les insectes, soit en nombre d'espèces, soit en effectifs dans les deux zones d'étude : Sétif (263 espèces/ 16.404 individus), El-Khroub (177 espèces/ 9042 individus) et la région des Hautes plaines (288 espèces/ 25.446 individus) respectivement (**Fig.12 A, B**). Dans les résultats de Kellil (2011), le blé dur dans ces deux zones d'étude occupe la deuxième place après le blé tendre avec 198 espèces et 3198 individus à Sétif, et la troisième place pour la zone d'El-Khroub (197 espèces/ 3187 individus) et la région des Hautes plaines (284 espèces / 6385 individus).

Le paysage et la diversité influencent également l'arrivée des insectes volants. Le milieu végétatif attire ou rejette parfois les insectes ailés, car quelques espèces végétales dans ces milieux peuvent influencer le comportement d'atterrissage de ces insectes. La culture de blé s'est avérée très importante pour observer le taux d'arrivée de certains insectes ailés, tel qu'il a été étudié en Bretagne et dans l'ouest de la France (Ciss & *al.*, 2013).

Par contre, la culture d'orge est la moins infestée par les insectes par rapport aux deux autres cultures, en quantité et en richesse d'espèces. Nous notons une abondance élevée dans la zone d'El-Khroub (2814 individus) par rapport à la zone de Sétif (1103 individus), avec une différence en individus plus que la moitié (1711 individus). Alors que le nombre d'individus dans la région des Hautes plaines est de 3917 individus. En revanche, nous signalons une différence d'une seule espèce sur cette culture dans ces deux zones, 122 espèces à Sétif et 121 espèces à El-Khroub, avec un total de 170 espèces notées dans les Hautes plaines (**Fig.12 A, B**). En 2011, Kellil a enregistré que la même culture a une importance des espèces et leurs individus comparé à nos résultats, avec 207 espèces et 2326 individus à Sétif, 196 espèces et 2386 individus à El-Khroub. De plus, il a marqué un total de 285 espèces distribuées en 4712 individus dans la région des Hautes plaines.

Les mesures de la biodiversité fournissent des informations de base sur la distribution, la richesse et l'abondance relative des taxons nécessaires aux décisions de conservation, des études d'écologie des écosystèmes, de la biogéographie cladistique et des mesures phylogénétiques de la valeur de la conservation (Blackmore, 1996).

La culture de blé tendre est classée en deuxième position après le blé dur, avec (157 espèces/4730 individus) à Sétif, (137 espèces/4692 individus) à El-Khroub et (199 espèces/9422 individus) dans les Hautes plaines. D'après ces résultats, nous observons une faible différence en nombre d'espèces (20 espèces) et en effectifs (38 individus) entre ces deux zones (**Fig.12 A, B**). Le blé tendre occupe la première place en espèces et en effectifs dans ces deux mêmes zones d'étude cité par Kellil (2011), avec 221 espèces/ 3754 individus à Sétif, 226 espèces/3494 individus à El-Khroub et ainsi de 329 espèces/ 7248 individus aux Hautes plaines.

La grande richesse dans les zones, pourrait être le résultat de l'emplacement près d'une zone naturelle très diversifiée, qui peut générer un microclimat similaire de la zone naturelle, fournissant une abondance et une variété de ressources alimentaires, des sites de ponte et un refuge pour de nombreux groupes d'insectes (Perfecto & al., 1997). Tillman & Downing (1994) indiquent que la meilleure preuve à ce jour que les écosystèmes riches en espèces sont les plus stables que les écosystèmes pauvres en espèces.

En effet, nous avons mis en évidence la présence de 273 espèces/ 22.237 individus pour les céréales de Sétif et 215 espèces/16.548 individus dans les céréales d'El-Khroub. Nous notons que la zone de Sétif est plus riche pour ces deux paramètres avec une différence de 58 espèces et 5689 individus entre ces deux zones d'étude (**Fig.12 A, B**).

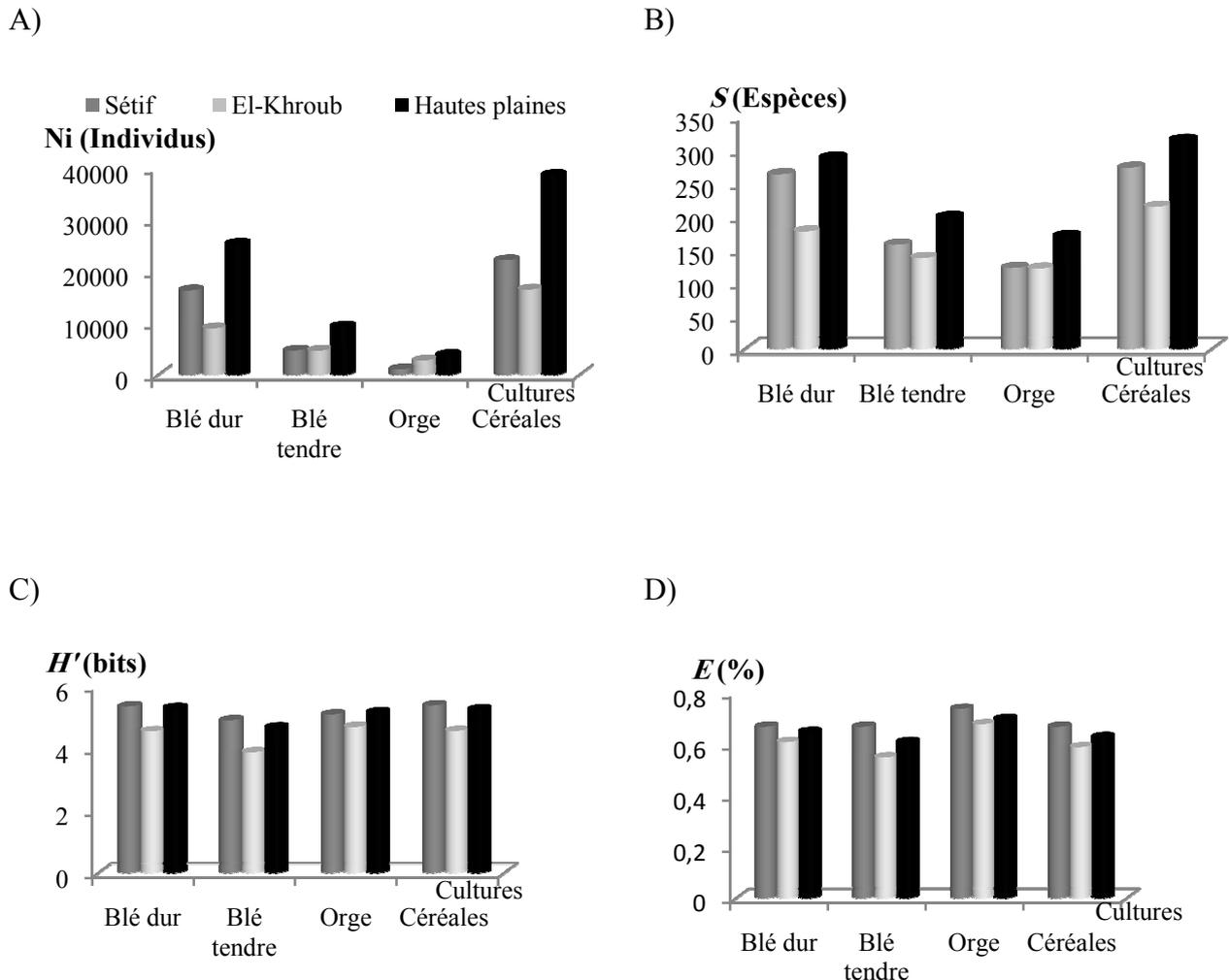


Figure 12 : Effectif total (Ni), richesse totale (S), indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E) selon les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines pour toutes les cultures céréalières.

Nous enregistrons que la zone de Sétif est relativement plus riche en nombre d'individus et d'espèces par rapport à la zone d'El-Khroub. Ceci pourrait être expliqué par la prise en compte lors de l'échantillonnage, d'une année de plus, ainsi que par la proximité de l'oued Bousselem, qui offre une richesse faunistique et floristique meilleure, grâce au fort taux de l'humidité de l'air. Woolhouse & Harnsen (1987) in Dajoz (2003) ont montré que la variabilité de l'abondance des populations d'Arthropodes est plus élevée dans les agro-écosystèmes que dans les écosystèmes naturels, parce que la richesse en espèces peut aussi s'expliquer par la gestion biologique de la zone, ce qui favoriserait le développement d'une plus grande diversité (Altieri & Nicholls, 2004).

Le même résultat a été noté par Kellil (2011) sur l'ensemble des céréales, la présence de 363 espèces/ 10.657 individus à Sétif et 352 espèces/ 9007 individus pour El-Khroub. Il a signalé qu'à

Sétif existe une parcelle de plus d'orge traité par rapport à El-Khroub, pour cela il y a une différence entre les données de ces deux zones.

Les micro-parcelles de Sétif, entourées par un brise-vent qui a été installé sur la bordure d'oued Bousselem. Le rôle des haies d'arbres comme brise-vent représente un fait bien connu. Ces derniers sont susceptibles de modifier de façon très favorable le microclimat des champs qu'ils entourent (Ramade, 2003). Ainsi, les êtres vivants peuvent échapper aux conditions thermiques défavorables en s'installant et se réparant dans des stations ayant des mésoclimats ou des microclimats particulières (Dajoz, 2003). Donc, l'habitat des Arthropodes, comme les insectes, joue un rôle essentiel dans la fluctuation de la population (Bennett & Chahill, 2013).

Concernant la diversité des espèces recensées, nous constatons que les valeurs de l'indice de Shannon (H') se situent entre 5 et 5,40 bits dans les cultures de blé dur, d'orge et de céréales à Sétif et aux Hautes plaines. Par contre, ces mêmes cultures dans la zone d'El-Khroub sont signalées par des valeurs entre 4,56 et 4,70 bits. En revanche, les valeurs de cet indice sur la culture de blé tendre est de 4,91 bits à Sétif, 4,68 bits aux Hautes plaines et de 3,88 bits à l'El-Khroub (**Fig.12 C**).

Pour l'indice d'équitabilité (E), la culture d'orge est la plus diversifiée par rapport aux autres cultures 0,74 % à Sétif, 0,70 % aux Hautes plaines et 0,68 % à El-Khroub. Nous remarquons que les valeurs d'équitabilité des trois cultures de la zone d'El-Khroub, blé dur 0,61 %, blé tendre 0,55 % et céréales 0,59 % sont les moins diversifiées que ces mêmes cultures dans la zone de Sétif et la région des Hautes plaines (**Fig.12 D**).

Nous indiquons que la diversité et l'équilibre sont plus remarquables à Sétif qu'à El-Khroub, car dans cette zone nous avons les résultats de plus de l'année 2012, avec 6 et 5 micro-parcelles respectives de blé dur et de blé tendre.

Selon Kellil (2011), les valeurs de l'indice de (H') et de (E) pour les cultures de blé tendre, d'orge et des céréales dans les deux zones (Sétif et El-Khroub) sont respectivement entre 5,33 ; 5,94 bits et 0,67 ; 0,77 %. Alors que la culture de blé dur dans ces deux zones est moins diversifiée avec 5,01bits ; 0,66 % à Sétif et 4,91bits ; 0,64 % à El-Khroub. Ces résultats sont proches à nos résultats pour la culture de blé dur, mais sont plus variés que nos données pour les deux autres cultures.

Abbas & al. (2014) montrent que la richesse totale, l'indice de Shannon et l'équitabilité des Arthropodes du blé au Pakistan sont respectivement de 58 espèces, 3,23 bits et 0,79 %. De plus, l'indice de Shannon et l'équitabilité sont calculés par Chaabane (1993), sur le blé dur ($H' = 0,41$ bits et $E = 0,54$ %), le blé tendre ($H' = 0,46$ bits et $E = 0,56$ %) et l'orge ($H' = 0,36$ bits et $E = 0,47$ %).

Ces valeurs sont assez faibles, par rapport à nos résultats. Ceci relèverait de la richesse de nos peuplements inventoriés par rapport à la richesse de l'inventaire de cet auteur.

Les valeurs les plus importantes de similitude entre les cultures céréalières des deux zones d'étude sont mentionnées sur (céréales/céréales), (blé tendre/blé dur) et (blé dur/blé dur) avec respectivement : 72 ; 70,66 et 68,64 %. La valeur la plus faible de cet indice est enregistrée entre le blé dur/ l'orge avec 54,17 % (**Tab.35**).

Tableau 35 : Similitude (%) entre les communautés des trois cultures céréalières étudiées (blé dur, blé tendre et orge) dans les deux zones d'étude.

El-Khroub	Sétif		
	Blé dur	Blé tendre	Orge
Orge	54,17	61,87	59,26
Blé tendre	58,50	63,94	60,23
Blé dur	68,64	70,66	62,88

Dans tous les cas de figure, l'indice de similitude est assez élevé ce qui dénote d'une grande similitude entre les peuplements d'insectes dans les deux zones d'étude et les cultures. Les valeurs les plus importantes signalées entre les céréales, le blé dur et le blé tendre sont dues à l'application du même protocole expérimental dans ces deux zones, la même période d'étude, ajouté à cela, les deux plantes appartiennent au même genre *Triticum*.

2.4. Analyse de la variation spatiale de la structure suivant les variétés étudiées

La **Figure (13 B)** indique que la variété Waha du blé dur est la plus touchée par les espèces d'insectes avec 206 espèces et la variété Anapo du blé tendre est la moins attaquée avec 16 espèces.

Les plantes à valeur nutritive supérieure ou avec moins de défenses augmentent les performances des insectes phytophages et leurs ennemis naturels (Kagata & Ohgushi, 2006). Alors que les plantes ayant des défenses importantes peuvent avoir un impact négatif sur les phytophages et également réduire indirectement les performances des ennemis naturels (Vos & al., 2004).

Nous classons les variétés 'MBB, Bousselam, Megress et Setifis' de blé dur selon le nombre d'espèces avec 167, 156, 148 et 124 espèces respectivement en 2^{ème} position après la variété Waha. Pour le nombre d'effectifs, nous signalons toujours la dominance de la variété Waha avec 4785 individus, suivie par Boussalem, MBB, Megress et Setifis avec 3199 ; 3088 ; 2574 et 1903

individus respectivement. Ainsi, nous indiquons que l'indice de diversité est plus élevé chez ces variétés par rapport aux autres variétés, il est entre 4,96-5,56 bits. Alors que l'indice d'équitabilité est supérieur à 50 %, il est entre 0,69-0,75 % (**Fig.13 A, B, C**). Les facteurs qui déterminent le choix de la nourriture sont très divers. Chez les insectes ils sont constitués par une suite de comportements stéréotypés (Dajoz, 2003).

Nous constatons que l'effectif des deux variétés Waha et Bousselam sont classées en premier ordre par rapport aux autres variétés, car ces deux variétés étaient semées durant les trois années d'étude, dans les deux zones, elles sont considérées comme des variétés communes, et aussi avec l'application des quatre méthodes d'échantillonnage par rapport aux trois autres variétés MBB, Megress et Setifis qui se localisent seulement dans une seule zone 'Sétif'. Bousselam et Waha sont des variétés introduites, mais sélectionnées dans la station de l'ITGC de Sétif, par contre MBB, Megress et Setifis sont des variétés locales, homologuées dans les stations de l'ITGC en Algérie (Boufenar-Zaghouane & Zaghouane, 2006 ; CNCC, 2015). Selon Maziani & *al.*(1992), des variétés qui possèdent une grande productivités, à «adaptation large », caractérisées par des rendements supérieurs à la moyenne dans tous les milieux, sauf en conditions très défavorables, et par une très bonne réponse à l'optimisation des conditions environnementales ; les variétés correspondant à ce comportement sont : Mexicali, Sahel, Vitron et surtout Waha.

Nous enregistrons la différence d'une seule espèce entre les deux variétés de blé dur Gtadur (116 espèces) et Vitron (117 espèces), mais nous comptons une différence de 123 individus de plus pour la variété Gtadur (**Fig.13 A, B**). La diversité signalée par les deux indices de Shannon et d'équitabilité chez ces deux variétés est semblable avec des valeurs de 4,48 bits ; 0,65 % et de 4,45 bits ; 0,69 % respectivement (**Fig.13 C**). C'est le même cas de la différence d'une seule espèce signalée dans les deux variétés d'orge, El-Fouara (116 espèces) et Tichedrett (115 espèces), et aussi une faible différence au niveau d'effectifs de 60 individus de plus pour la variété El-Fouara (**Fig.13 A, B**). Chez ces deux variétés, l'indice de (H') et de (E) sont presque identiques avec 4,91 bits ; 0,72 % et 4,98 bits ; 0,73 % respectivement (**Fig.13 C**).

La culture de l'orge s'inscrit dans le cadre de systèmes extensifs céréaliculture-élevage ovin. Les deux variétés d'orge les plus cultivées en Algérie sont Tichedrett 3265 et Saida 183, lignées tirées de populations locales (Bouzerzour & Monneveux, 1992).

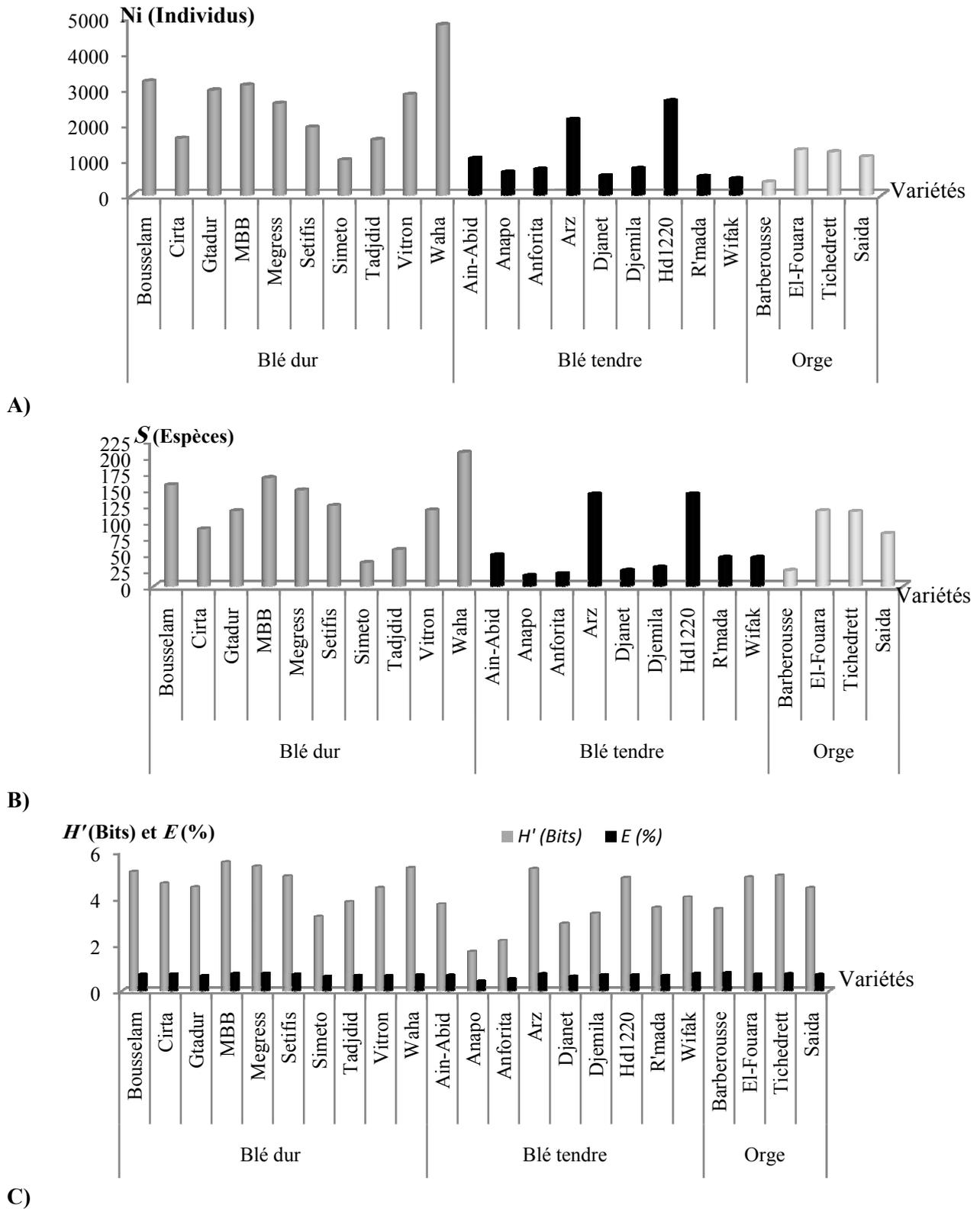


Figure 13 : Effectif total (Ni) (A), richesse totale (S) (B), indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E) (C) des peuplements étudiés par culture et par variété dans la région des Hautes plaines.

Les deux variétés, Cirta de blé dur (88 espèces/1595 individus) et Saida d'orge (81 espèces/1075 individus) sont presque semblables en nombre d'espèces avec une petite différence de 7 espèces (**Fig.13 A, B**). En revanche, nous notons une divergence au niveau d'effectifs de 520 individus de plus pour Cirta, malgré que ces deux variétés étaient présentes durant les deux années d'étude dans la zone d'El-Khroub. Cependant nous n'avons pas appliqué durant la 1^{ière} année les deux techniques de piégeage 'trappes et colorés' sur la variété Saida. Pour ces deux variétés 'Cirta/Saida' respectivement, nous observons presque les mêmes valeurs de diversité (4,65 bits ; 0,72 % et 4,45 bits ; 0,70 %) (**Fig.13 C**).

Les insectes phytophages consomment les plantes, avec une plus ou moins grande préférence pour certaines espèces de sorte qu'il existe un continuum de spectre d'hôtes chez les insectes. Certains sont strictement monophages et dépendent d'une seule espèce hôte pour leur alimentation, d'autres sont au contraire très largement polyphages et peuvent exploiter une large gamme de plantes hôtes (Schoonhoven & *al.*, 2006).

Les deux variétés Hd1220 (2646 individus) et Arz (2123 individus) de blé tendre sont identiques en nombre d'espèce avec (142 espèces), mais une grande différence observée en nombre d'effectifs de 523 individus de plus pour cette 1^{ière} variété (**Fig.13 A, B**). Car cette variété est présente durant les trois années d'étude par rapport à Arz qui a été échantillonnée durant deux années. Les deux indices de (H') et (E) sont calculés pour la variété Arz (5,27 bits ; 0,73 %), ils indiquent une diversité de cette variété par rapport à la variété Hd1220 (4,89 bits ; 0,68 %) (**Fig.13 C**), parce que chez Arz le nombre d'individus est bien distribué pour chaque espèce. Cet indice donne une idée sur la diversité des peuplements en tenant compte non seulement du nombre d'espèces, mais aussi du nombre d'individus des différentes populations que regroupe le peuplement.

C'est le même cas enregistré pour les deux variétés de blé tendre R'mada (44 espèces/ 520 individus) et Wifak (44 espèces/ 459 individus), mais avec une faible différence de 61 individus signalée à R'mada (**Fig. 13 A, B**). Les variétés résistantes aux insectes réduisent l'abondance des ravageurs ou tolèrent leurs dégâts. La résistance et la tolérance des plantes sont donc relatives et fondées sur la comparaison avec des plantes ne présentant pas ces caractères de résistance, i.e. les plantes sensibles (Ratnadass, 2007).

Aussi, ces deux mêmes indices de (H') et de (E) respectivement sont dénotés sur Wifak avec des valeurs supérieures de 4,05 bits et 0,74 % que dans R'mada (3,6 bits ; 0,66 %) (**Fig. 13 C**).

Malgré que ces deux variétés soient locales et présentes durant deux années d'étude avec les mêmes techniques d'échantillonnage, mais nous avons enregistré une différence au niveau de la diversité.

Les variétés de blé dur et d'orge les moins abondantes en nombre d'espèces et d'effectifs sont Simeto avec 37 espèces/ 984 individus et Barberousse avec 24 espèces/360 individus, car ces deux variétés se localisent dans une seule zone 'El-Khroub' et sont échantillonnées durant deux années d'étude avec uniquement deux méthodes, le filet fauchoir et l'examen de la plante (**Fig. 13 A, B**). Durant la 2^{ième} année d'expérimentation, nous avons remarqué que la micro-parcelle de Barberousse est infestée par la maladie cryptogamique du charbon. Cette maladie peut être le responsable du nombre d'individus d'insectes faible sur cette variété, malgré qu'ils se trouvent en bordures du champ.

Toutes les périodes d'échantillonnage ont été regroupées afin de se concentrer sur les interactions spatiales (Doledec & Chessel, 1987). L'effet de la proximité spatiale sur la composition des espèces est une hypothèse de base de la théorie de l'écologie du paysage. Les effets de proximité dépendent du comportement et des capacités de dispersion de chaque espèce (Burel & Baudry, 1990).

Concernant les variétés, Tadjdid avec 56 espèces/1553 individus et Ain-Abid compte 48 espèces/1026 individus. Nous estimons presque la même richesse spécifique sur ces deux variétés, alors que nous enregistrons 527 individus de plus chez Tadjdid (**Fig. 13 A, B**), parce que l'échantillonnage de cette variété a eu lieu durant trois années d'étude. Par contre, Ain-Abid existe uniquement dans deux années, malgré que nous avons appliqué deux techniques d'échantillonnage sur ces deux variétés. Pour les quatre variétés Simeto, Barberousse, Tadjdid et Ain-Abid, les valeurs des deux indices (H') et (E) sont presque les mêmes entre 3,39-3,85 bits et 0,65-0,77 % respectivement (**Fig. 13 C**).

La résistance variétale constitue souvent la pierre angulaire des stratégies de protection intégrée des plantes cultivées vis-à-vis des insectes, de par la simplicité de sa mise en œuvre et de par sa compatibilité avec la plupart des autres méthodes de protection (Ratnadass, 2007).

Selon la richesse spécifique, nous classons par ordre croissant les quatre variétés de blé tendre, Djemila (29 espèces/ 744 individus) ; Djanet (24 espèces/ 542 individus) ; Anforita (19 espèces/ 722 individus) ; Anapo (16 espèces/ 640 individus). Ainsi, nous indiquons que chaque variété parmi ces variétés a été échantillonnée dans une seule zone avec uniquement deux méthodes, le filet fauchoir et l'examen de plante (**Fig. 13 A, B**). Mais suivant l'effectif, nous constatons que malgré la différence de 10 espèces qui existe entre Djemila et Anforita, ces deux

variétés sont presque semblables en effectifs, suivie d'Anapo et Djanet. Les deux indices de diversité (H') et (E) enregistrent que la variété Djemila est la plus diversifiée par rapport à ces variétés avec 3,35 bits et 0,69 % respectivement (**Fig. 13 C**).

La recherche de l'hôte peut se faire au hasard (Schoonhoven & *al.*, 2006) ou fait intervenir des stimuli visuels (Bjørklund & *al.*, 2005) et chimiques (Bruce & *al.*, 2005), voire gustatifs (Glendinning & *al.*, 2009).

Pour l'ensemble de toutes les variétés des trois cultures étudiées, nous observons que la variété Anapo est la moins diversifiée par rapport à toutes les variétés avec 1,7 bits de (H') et de 0,42 % de (E) (**Fig. 13 C**). Nous pouvons expliquer cette faible diversité par une faible préférence des espèces d'insectes pour le choix de cette variété. Selon Painter (1951), les plantes à résistance constitutive aux insectes possèdent des qualités génétiquement héritées qui a pour résultat qu'un cultivar d'une plante est moins endommagée qu'une plante sensible manquant de ces qualités. Le même auteur dénote que la résistance des plantes aux insectes est une propriété relative, basée sur la réaction comparative des plantes résistantes et sensibles, cultivées dans des conditions similaires, à l'insecte nuisible.

2.5. Analyse statistique de la dynamique des peuplements en fonction du temps et de l'espace

2.5.1. Analyse pluriannuelle de l'abondance moyenne des espèces recensées

2.5.1.1. Selon l'effet année et l'effet espèce recensée

L'étude statistique dans la région des Hautes plaines a révélé la présence de l'effet année est significatif pour blé tendre, à hautement significatif pour le blé dur et l'orge. Alors que l'effet espèce est hautement à très hautement significatif pour la culture d'orge et les cultures de blés respectivement (**Tab. 36**).

Pour la zone de Sétif, nous constatons que l'effet année sur l'abondance des insectes est non significatif pour le blé dur et significatif pour le blé tendre. Aussi, l'effet espèce est très hautement significatif pour les deux cultures. En revanche, nous n'avons pas analysé les données de la culture de l'orge, puisque nous disposons seulement les données d'une seule année (2014) (**Tab. 36**).

Tableau 36 : Analyse de la variance à deux facteurs (espèce et année) de l'abondance moyenne des espèces pour chaque culture étudiée dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines.

Région	Culture	Source	DL	SC	CM	F	P	
Sétif	Blé dur	Effet Espèce	262	83465	319	2,05	< 0,001***	
		Effet Année	2	772	386	2,49	0,084	
		Erreur	524	81418	155			
	Blé tendre	Effet Espèce	156	42519	273	2,46	< 0,001***	
		Effet Année	2	886	443	4	0,019*	
		Erreur	312	34563	111			
	El-Khroub	Blé dur	Effet Espèce	176	94873	539	1,75	< 0,001***
			Effet Année	1	328	328	1,07	0,303
			Erreur	176	54271	308		
Blé tendre		Effet Espèce	136	87097	640	1,93	< 0,001***	
		Effet Année	1	234	234	0,70	0,403	
		Erreur	136	45196	332			
Orge		Effet Espèce	120	23263	194	1,23	0,128	
		Effet Année	1	80	80	0,51	0,477	
		Erreur	120	18902	158			
Hautes plaines	Blé dur	Effet Espèce	287	238266	830	1,95	< 0,001***	
		Effet Année	2	4287	2144	5,03	0,007**	
		Erreur	574	244708	426			
	Blé tendre	Effet Espèce	198	177276	895	1,91	< 0,001***	
		Effet Année	2	3624	1812	3,86	0,022*	
		Erreur	396	185889	469			
	Orge	Effet Espèce	169	52087	308	1,53	0,003**	
		Effet Année	1	1404	1404	6,99	0,009**	
		Erreur	169	33942	201			

En ce qui concerne la zone d'El-Khroub, où nous avons étudié les effets sur les trois cultures, nous remarquons que toujours l'effet année sur l'abondance moyenne des insectes est non significatif pour les trois cultures. Alors que l'effet espèce est très hautement significatif pour les blés, et non significatif pour l'orge (Tab. 36).

A partir de la Figure (14 A), nous notons dans la zone de Sétif que l'année 2013 est la plus infestée par les insectes dans les deux cultures, blé dur et blé tendre avec $4,14 \pm 20,69$ et $3,84 \pm 19,28$ individus respectivement, par rapport aux deux autres années 2012 et 2014. Dans cette zone, l'abondance moyenne des espèces pour le blé dur s'étale entre $1,73 \pm 6,95$ individus en 2012 et $3,14 \pm 12,36$ individus en 2014, ce qui donne une différence de 1,41 individus, mais cette différence reste non significative du point de vue statistique. Alors que pour le blé tendre, l'abondance des espèces variée de $0,84 \pm 4,19$ individus en 2012 à $3,65 \pm 10,23$ individus en 2014, dans ce cas la différence est significative entre l'abondance moyenne des années (Fig.14 A).

Dans la zone d'El-Khroub est malgré la présence des différences entre les abondances moyennes des insectes durant les deux années 2013/2014 pour les trois cultures, le blé dur avec $5,22 \pm 27,15$; $3,29 \pm 10,50$ individus, le blé tendre avec $4,97 \pm 29,93$; $3,13 \pm 8,76$ individus et l'orge avec $2,83 \pm 10,43$; $3,98 \pm 15,57$ individus, mais ces différences ne se sont pas significatives du point de vue statistique (**Fig. 14 B**).

En revanche aux Hautes plaines, les deux cultures de blé dur et de blé tendre enregistrent que l'année 2013 avec les valeurs de $6,99 \pm 36,68$ et $6,45 \pm 40,36$ individus respectivement représente une abondance spécifique maximale par rapport aux deux autres années. Nous trouvons que cette abondance élevée explique la différence significative entre les années (**Fig. 14 C**). Par contre la culture d'orge est plus peuplée durant l'année 2014 avec $6,08 \pm 20,74$ individus que l'année 2013 avec $2,01 \pm 8,88$ individus (**Fig. 14 C**). Dans cette situation, nous signalons l'absence de la culture d'orge durant l'année 2012. Aussi, durant cette même année, nous notons également l'absence des données des blés concernant la zone d'El-Khroub, ce qui explique la faible abondance des insectes durant cette année.

Dans la **Figure 15 (A, B, C)**, nous avons pris les espèces les plus fréquentes en abondance moyenne afin de réaliser ces trois histogrammes. Le puceron des épis des céréales *S. avenae* occupe la 1^{ière} place en abondance moyenne dans les cultures de blé tendre de Sétif, de blé dur et de blé tendre d'El-Khroub, et de blé dur et de blé tendre des Hautes plaines avec des valeurs de $79,47 \pm 98,44$; $166,92 \pm 216,02$; $192,77 \pm 207,09$; $173,38 \pm 272,76$ et $207,98 \pm 281,39$ individus respectivement (**Fig. 15 A, B, C**). Mais cette espèce se positionne la 3^{ième} place dans le blé dur de Sétif ($62,1 \pm 92,3$ individus), la 4^{ième} place dans l'orge d'El-Khroub ($32,08 \pm 44,43$ individus) et la 5^{ième} place dans l'orge des Hautes plaines ($33,58 \pm 42,31$ individus) (**Fig. 15 A, B, C**).

En revanche, l'espèce phytophage *D. cyaneus* occupe la 1^{ière} place dans le blé dur de Sétif et l'orge des Hautes plaines avec $94,65 \pm 69,7$ et $111,54 \pm 107,19$ individus respectivement (**Fig. 15 A, C**). Cette espèce est fréquente dans toutes les cultures dans les deux zones et les Hautes plaines, sauf sur le blé tendre d'El-Khroub. Alors que dans cette dernière zone, la culture d'orge abrite l'espèce *T. pallidiventris* avec une moyenne supérieure de $75,96 \pm 105,65$ individus (**Fig. 15 B**).

Dans la zone de Sétif, *H. tritici* est abondante sur le blé dur et tendre avec des valeurs très proches de $54,57 \pm 11,96$ et $50,83 \pm 17,21$ individus respectivement (**Fig. 15 A**). De plus, la cicadelle *P. alienus* et le criocère *O. melanopus* ont presque la même valeur de $31,36 \pm 29,15$ et $31,71 \pm 20,92$ individus respectivement dans le blé dur. Cette première espèce a une valeur supérieure sur le blé tendre $47,77 \pm 41,55$ individus, mais *O. melanopus* ($22,37 \pm 18,67$ individus) et *Oulema sp.* ($19,10 \pm 27,40$ individus) ont des moyennes proches sur cette même culture (**Fig. 15 A**).

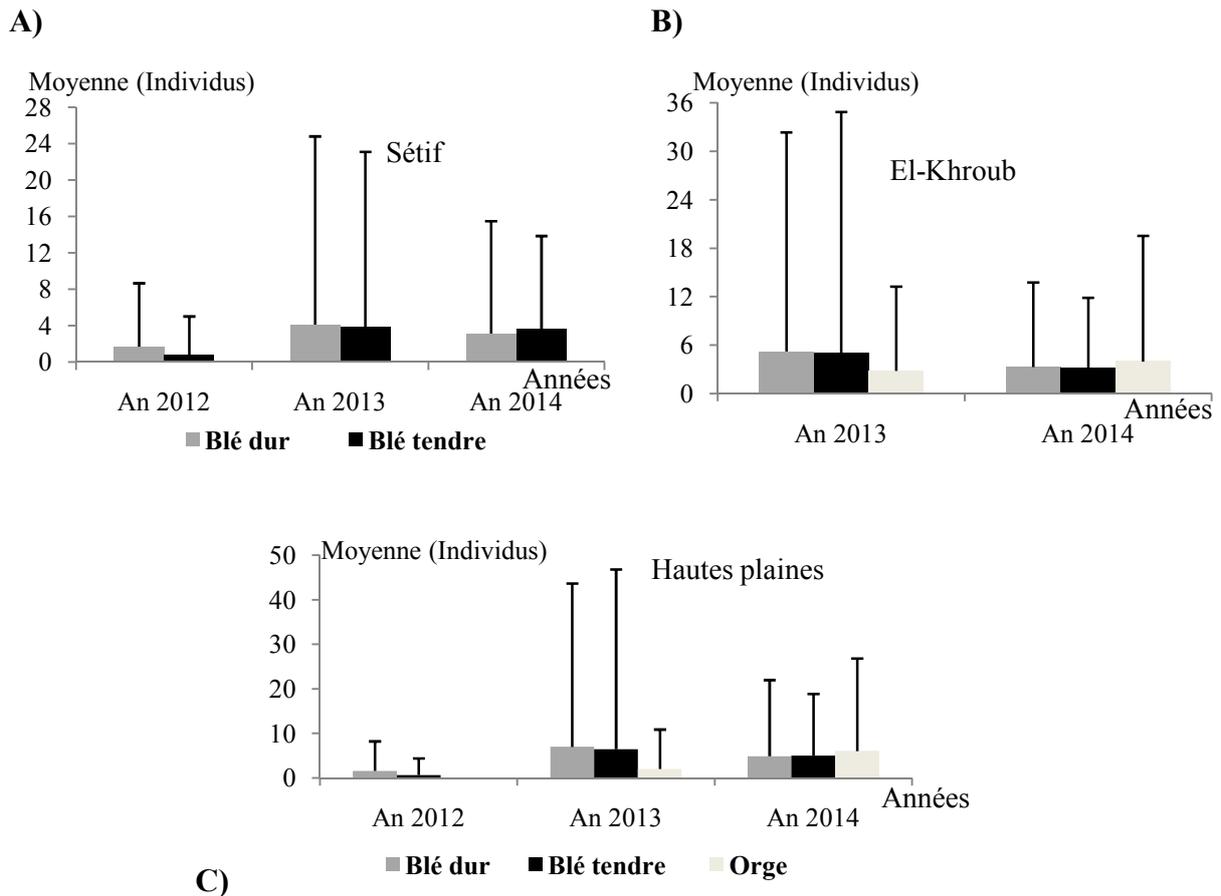


Figure 14 : Effet moyen d'année (2012, 2013, 2014) sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.

Le puceron *R. padi* est signalé sur les trois cultures, blé dur de Sétif, blé dur et blé tendre des Hautes plaines ont des moyennes abondantes que les autres cultures avec $85,38 \pm 143,55$; $90,82 \pm 152,69$ et $17,27 \pm 24,90$ individus respectivement (**Fig. 15 A, C**).

Dans la zone d'El-Khroub, les trois espèces *O. melanopus*, *A. nigricornis* et *M. dirhodum* sont classées en 2^{ième}, 3^{ième} et 4^{ième} position après *S. avenae* dans le blé dur et blé tendre. Mais sur l'orge, *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *A. nigricornis* sont classées en 2^{ième}, 3^{ième} et 5^{ième} place. Au niveau de la même zone, ces trois espèces *H. tritici*, *Oulema sp.* et *T. nigerrimum* respectivement sont fréquentes uniquement sur une seule culture, le blé tendre, le blé dur et l'orge (**Fig. 15 B**).

Aux Hautes plaines, les espèces les plus fréquentes sont *O. melanopus*, *H. tritici* et *A. nigricornis* sur le blé dur. Ainsi, *H. tritici*, *O. melanopus*, *P. alienus* et *A. nigricornis* dans le blé tendre et les trois espèces *T. pallidiventris*, *O. melanopus* et *M. dirhodum* pour l'orge (**Fig. 15 C**). Dans la même région, les espèces qui ont presque les mêmes valeurs des moyennes sont *C. albicans theryi*, *Oulema sp.*, *T. pallidiventris* et *P. alienus* entre 33,64 et 37,60 individus sur le blé dur. Aussi, nous rajoutons les espèces *S. graminum*, *Oulema sp.* et *M. dirhodum* qui ont des valeurs

entre 22,91 et 24,58 individus dans le blé tendre et des moyennes entre 19,42 et 20,96 individus dans l'orge pour les deux espèces *A. nigricornis* et *T. nigerrimum* (**Fig. 15 C**).

L'espèce aphidiphage *C. septempunctata* est abondante sur les deux cultures, blé dur et blé tendre respectivement avec $29,38 \pm 13,73$ et $39,27 \pm 37,36$ individus à Sétif et avec $29,25 \pm 16,15$ et $19,10 \pm 11,46$ individus à El-Khroub. En revanche, aux Hautes plaines, cette espèce a des moyennes de $48,88 \pm 33,98$ et $52 \pm 51,01$ individus sur ces cultures respectives (**Fig. 15 A, B, C**).

Nous pouvons expliquer la faible présence de cette coccinelle sur les cultures d'orge par les valeurs faibles des moyennes de pucerons par rapport aux autres cultures. Toutefois, la plante peut modifier les composés volatiles émis par lesquelles les ennemis naturels seront attirés et sont alors capables de reconnaître les plantes attaquées par leurs phytophages (Agbogba & Powell, 2008).

En revanche, l'espèce phytophage *D. cyaneus* occupe la 1^{ière} place dans le blé dur de Sétif et l'orge des Hautes plaines avec $94,65 \pm 69,7$ et $111,54 \pm 107,19$ individus respectivement (**Fig. 15 A, C**). Cette espèce est fréquente dans toutes les cultures dans les deux zones et les Hautes plaines, sauf sur le blé tendre d'El-Khroub. Alors que dans cette dernière zone, la culture d'orge abrite l'espèce *T. pallidiventrus* avec une moyenne supérieure de $75,96 \pm 105,65$ individus (**Fig. 15 B**).

Dans la zone de Sétif, *H. tritici* est abondante sur le blé dur et tendre avec des valeurs très proches de $54,57 \pm 11,96$ et $50,83 \pm 17,21$ individus respectivement (**Fig. 15 A**). De plus, la cicadelle *P. alienus* et le criocère *O. melanopus* ont presque la même valeur de $31,36 \pm 29,15$ et $31,71 \pm 20,92$ individus respectivement dans le blé dur. Cette première espèce a une valeur supérieure sur le blé tendre $47,77 \pm 41,55$ individus, mais *O. melanopus* ($22,37 \pm 18,67$ individus) et *Oulema sp.* ($19,10 \pm 27,4$ individus) ont des moyennes proches sur cette même culture (**Fig. 15 A**).

Le puceron *R. padi* est signalé sur les trois cultures, blé dur de Sétif, blé dur et blé tendre des Hautes plaines ont des moyennes abondantes que les autres cultures avec $85,38 \pm 143,55$; $90,82 \pm 152,69$ et $17,27 \pm 24,90$ individus respectivement (**Fig. 15 A, C**).

Dans la zone d'El-Khroub, les trois espèces *O. melanopus*, *A. nigricornis* et *M. dirhodum* sont classées en 2^{ième}, 3^{ième} et 4^{ième} position après *S. avenae* dans le blé dur et blé tendre. Mais sur l'orge, *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *A. nigricornis* sont classées en 2^{ième}, 3^{ième} et 5^{ième} place. Au niveau de la même zone, ces trois espèces *H. tritici*, *Oulema sp.* et *T. nigerrimum* respectivement sont fréquentes uniquement sur une seule culture, le blé tendre, le blé dur et l'orge (**Fig. 15 B**).

Aux Hautes plaines, les espèces les plus fréquentes sont *O. melanopus*, *H. tritici* et *A. nigricornis* sur le blé dur. Ainsi, *H. tritici*, *O. melanopus*, *P. alienus* et *A. nigricornis* dans le blé tendre et les trois espèces *T. pallidiventrus*, *O. melanopus* et *M. dirhodum* pour l'orge (**Fig. 15 C**).

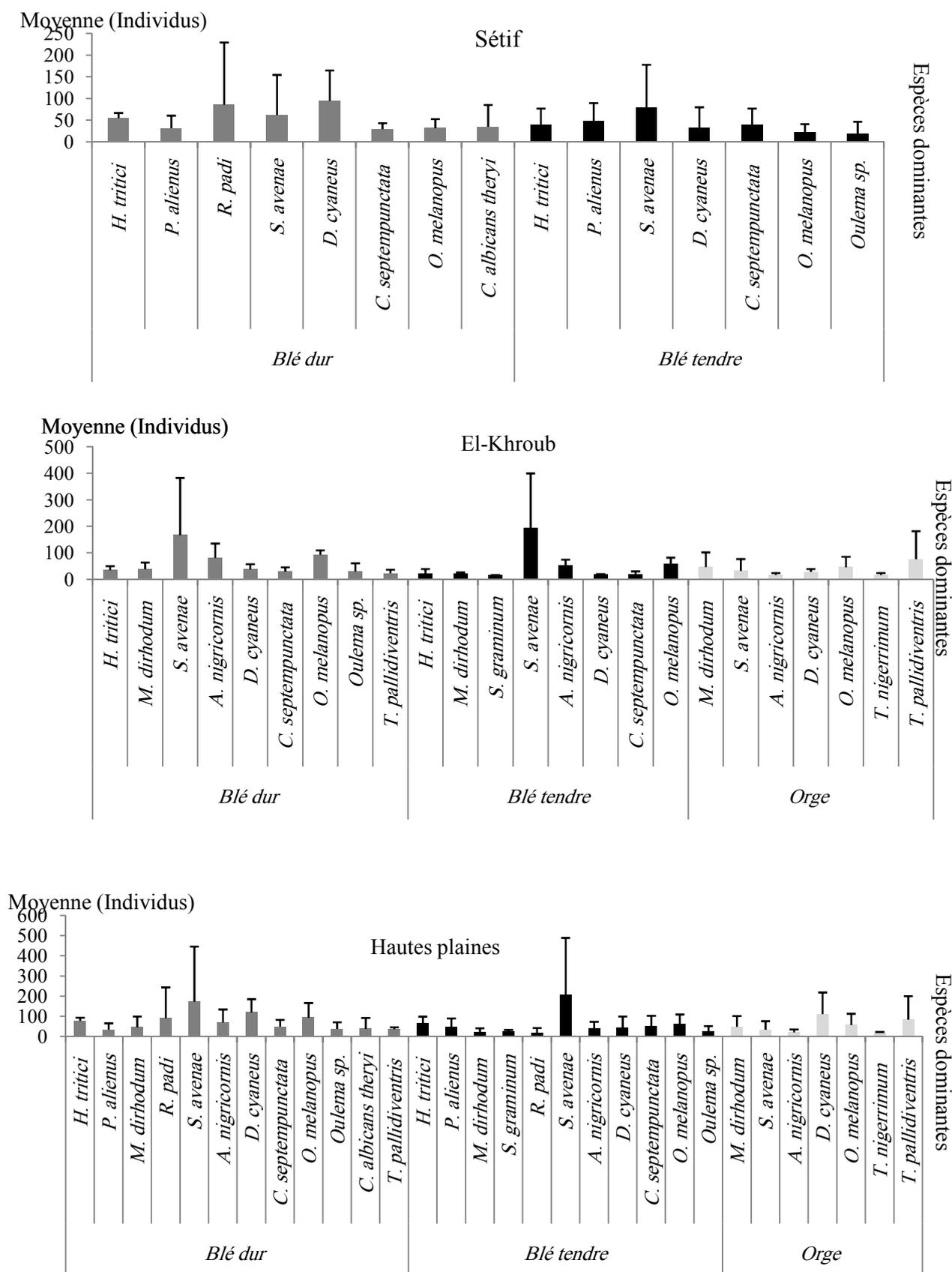


Figure 15 : Effet moyen des espèces les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des espèces dominantes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.

Dans la même région, les espèces qui ont presque les mêmes valeurs des moyennes sont *C. albicans theryi*, *Oulema sp.*, *T. pallidiventrtris* et *P. alienus* entre 33,64 et 37,60 individus sur le blé dur. Aussi, nous rajoutons les espèces *S. graminum*, *Oulema sp.* et *M. dirhodum* qui ont des valeurs entre 22,91 et 24,58 individus dans le blé tendre et des moyennes entre 19,42 et 20,96 individus dans l'orge pour les deux espèces *A. nigricornis* et *T. nigerrimum* (**Fig. 15 C**).

L'espèce aphidiphage *C. septempunctata* est abondante sur les deux cultures, blé dur et blé tendre respectivement avec $29,38 \pm 13,73$ et $39,27 \pm 37,36$ individus à Sétif et avec $29,25 \pm 16,15$ et $19,10 \pm 11,46$ individus à El-Khroub. En revanche, aux Hautes plaines, cette espèce a des moyennes de $48,88 \pm 33,98$ et $52 \pm 51,01$ individus sur ces cultures respectives (**Fig. 15 A, B, C**).

Nous pouvons expliquer la faible présence de cette coccinelle sur les cultures d'orge par les valeurs faibles des moyennes de pucerons par rapport aux autres cultures. Toutefois, la plante peut modifier les composés volatiles émis par lesquelles les ennemis naturels seront attirés et sont alors capables de reconnaître les plantes attaquées par leurs phytophages (Agbogba & Powell, 2008).

Les résultats de l'analyse de la variance effet (année et espèce) et aussi la comparaison entre les moyennes des insectes suivant ces deux paramètres, nous pouvons justifier que l'effet année qui est significatif sur le blé tendre à Sétif et sur les trois cultures des Hautes plaines par le nombre de variétés pour chacune de ces cultures étudiées durant chaque année. Aussi, il y'a l'influence de la composition physico-chimique de chaque variété afin d'abriter des insectes. Castagneyrol (2012) dénote que la spécialisation des phytophages sur une espèce ou un genre de plante hôte, on peut émettre l'hypothèse d'une augmentation de la richesse spécifique des phytophages avec l'augmentation de la diversité des plantes hôtes.

Pour l'effet espèce dominante, nous constatons que les quatre espèces de pucerons ravageurs des céréales sont présentent avec des moyennes élevées, surtout l'espèce *S. avenae*. Au Pakistan, la récolte de blé est menacée d'insectes suceurs, en particulier les pucerons, qui affectent finalement le rendement du blé et atteignent le statut d'organisme nuisible régulier (Girma & al., 1993). Le blé est une espèce gravement menacé par un nombre d'espèces de pucerons important, mais c'est *S. avenae* qui est l'espèce potentielle de puceron qui cause des pertes énormes de rendement en grain chez le blé (Grima & al., 1993 ; Aheer & al., 1994).

Les autres espèces citées ont des moyennes élevées sont des ravageurs des céréales comme *H. tritici*, *P. alienus*, *O. melanopus* et *Oulema sp.* Leur présence est expliquée par la sélection et l'acceptation de leurs plantes hôtes. D'autre part, les deux espèces *C. septempunctata* et *T. pallidiventrtris* sont enregistrées comme des prédatrices. Tilman & al. (1997) in Dajoz (2003) pensent que l'augmentation de la biodiversité augmente la richesse en espèces des niveaux

trophiques de rang élevé. Aussi, les mêmes auteurs signalent que beaucoup d'insectes sont spécialisés sur une ou sur un petit nombre d'espèces végétales, donc ils comprennent que l'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de leurs prédateurs et parasites.

Les espèces *D. cyaneus*, *A. nigricornis*, *T. nigerrimum* et *C. albicans theryi* ne sont pas signalées comme des ravageurs des céréales, mais leur présence avec des moyennes élevées suggère l'existence d'une relation très étroite entre ces espèces et nos cultures céréalières.

2.5.1.2. Selon l'effet année et l'effet culture

Dans la zone de Sétif, l'analyse de la variance montre que l'effet année et l'effet culture sont significatifs, et l'effet interaction (A. x C.) non significatif. Mais, nous n'avons pas analysé les données de la culture de l'orge, car nous avons uniquement les données de l'année 2014 (Tab. 37).

Tableau 37 : ANOVA à deux facteurs contrôlés d'abondance moyenne en fonction des années et des cultures dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines. Année : A. ; Culture : C.

Région	Source	DL	SC	CM	F	P
Sétif	Effet Année	2	1224	612	4,02	0,018*
	Effet Culture	1	700	700	4,60	0,032*
	Effet interaction (A. x C.)	2	53	27	0,17	0,840
	Erreur	1602	243982	152		
El-Khroub	Effet Année	1	161	161	0,63	0,428
	Effet Culture	2	550	275	1,07	0,343
	Effet interaction (A x C)	2	306	153	0,60	0,551
	Erreur	1278	327723	256		
Hautes plaines	Effet Année	1	21	21	0,04	0,840
	Effet Culture	2	3468	1734	3,40	0,034*
	Effet interaction (A x C)	2	1498	749	1,47	0,231
	Erreur	1812	925338	511		

En revanche, l'ANOVA dans la zone d'El-Khroub révèle des effets : année, culture et interaction (A. x C.) non significatifs sur l'abondance moyenne des espèces. Dans la région des Hautes plaines, cette analyse a indiqué l'existence d'un effet culture sur l'abondance des insectes significatif et un effet année et un effet interaction (A. x C.) non significatifs (Tab.37).

Dans la zone de Sétif, la comparaison des moyennes des années (**Fig. 16 A**) montre que les années 2013 et 2014 représentent l'abondance des espèces la plus élevée ($3,15 \pm 17,91$ et $2,61 \pm 10,36$ individus respectivement) et formant ainsi le 1^{er} groupe. Comparativement à l'année 2012 avec une valeur de $1,09 \pm 5,41$ individus qui représente le 2^{ième} groupe (**Fig.17 A**), parce que durant cette dernière année nous avons appliqué uniquement deux techniques d'échantillonnages, en 2013 avec trois techniques et en 2014 avec quatre techniques. La 2^{ième} comparaison entre les deux cultures exprime que le blé dur avec $2,95 \pm 14,37$ individus est le plus touché par les insectes que le blé tendre ($1,63 \pm 9,95$ individus) (**Fig.16 B et 17 A**). L'étude de l'interaction (A. x C.) note l'existence d'un seul groupe contenant la totalité des interactions (**Fig.17 A**).

Les différences entre les moyennes des abondances relatives de l'année, la culture et l'interaction (A. x C.) dans la zone d'El-Khroub ne sont pas significatives du point de vue statistique, parce que toutes les moyennes sont classées dans les mêmes groupes (**Fig. 16 A, B et Fig. 17 B**).

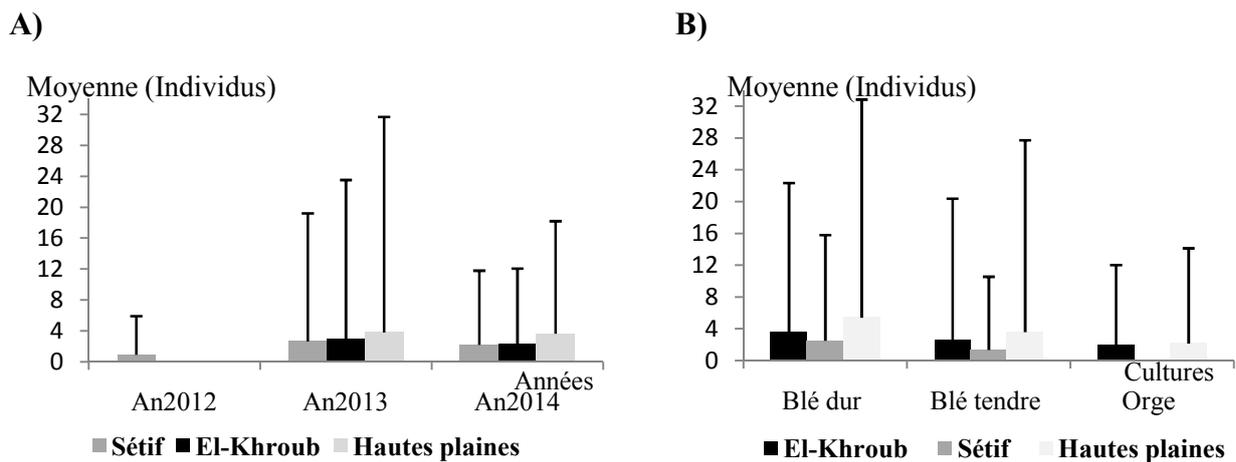


Figure 16 : Effets année et culture sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type dans les zones de Sétif, El-Khroub et les Hautes plaines. **A)** Effet moyen de l'année (2012, 2013, 2014) ; **B)** Effet moyen de la culture (blé dur, blé tendre et orge).

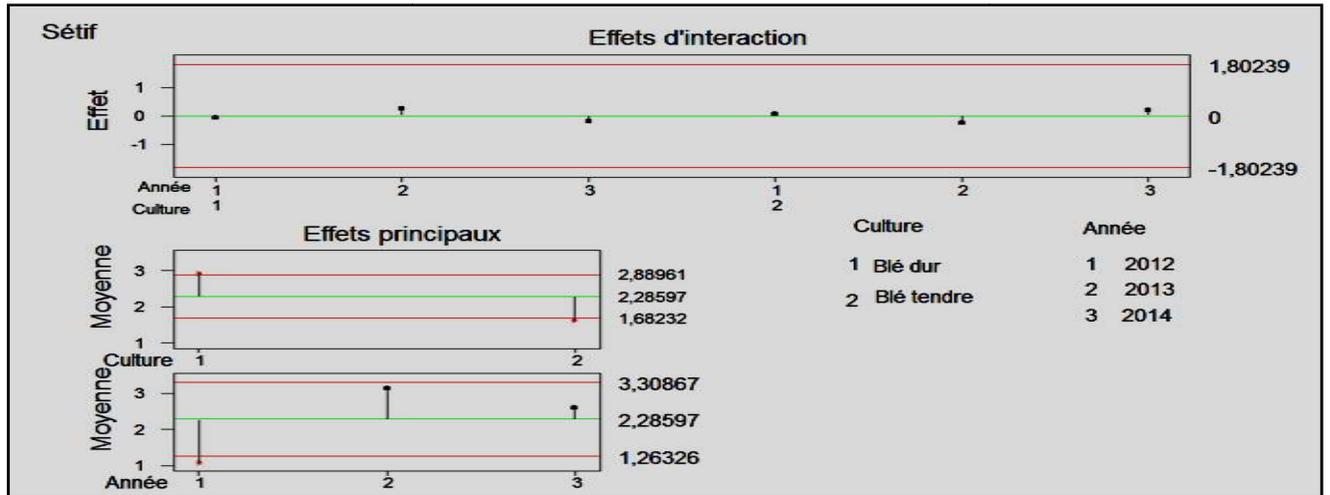
La comparaison des moyennes dans les Hautes plaines montre que pour l'effet culture, la présence de deux groupes, le 1^{er} constitué par le blé dur avec $5,65 \pm 27,93$ individus, est le plus touché par les insectes. Alors que le 2^{ième} groupe est formé par le blé tendre et l'orge avec les valeurs de $3,77 \pm 24,57$ et $2,27 \pm 12,19$ individus respectivement (**Fig. 16 B et Fig. 17 C**).

Les différences entre les moyennes de l'effet année et l'effet interaction (A x C) ne sont pas significatives, car les moyennes de 2013 ($4 \pm 28,36$ individus) et de 2014 ($3,79 \pm 14,83$ individus) sont presque identiques, donc elles se localisent dans le même groupe (**Fig. 16 A et 17 C**).

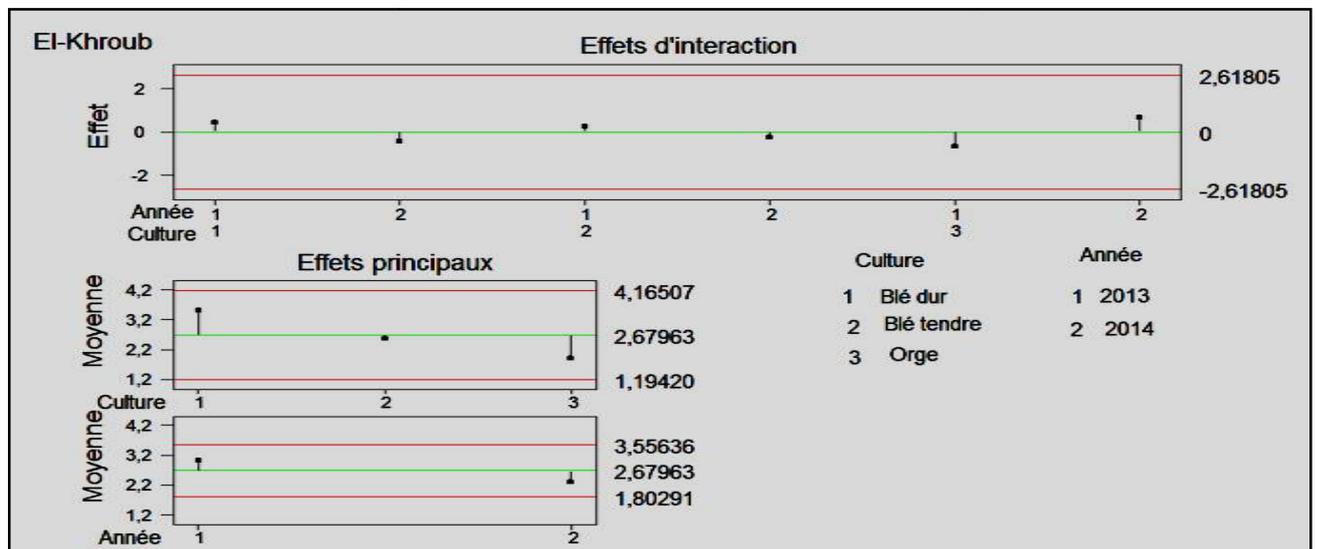
Nous expliquons les résultats de l'analyse de la variance de l'effet (année et culture) qui sont significatifs à Sétif par les données des insectes uniquement sur le blé dur et tendre et durant trois années, donc nous avons les résultats d'une année de plus '2012', et cela justifie par la différence des conditions abiotiques entre ces trois années. Nous rajoutons aussi qu'il existe une différence dans l'accueil des insectes sur ces deux cultures.

Concernant les trois cultures céréalières dans les Hautes plaines qui représentent l'ensemble des résultats des deux zones, il n'y a aucune signification entre 2013 et 2014, mais nous notons une signification entre les cultures. Cela peut s'expliquer par la spécificité des variétés pour chaque culture dans chacune des deux zones. Aussi, nous pouvons justifier cette différence entre les deux zones par les écosystèmes entourant les micro-parcelles étudiées, car à Sétif, nous signalons la présence d'un brise-vent et l'oued Bousselam autour de ces derniers. Ramade (2003) dénote que dans les systèmes écologiques peu évolués, donc faiblement diversifiés, où les facteurs abiotiques présentent des variations importantes et donc des perturbations extrinsèques peu prévisibles (froid, sécheresse, ...). La régulation des effectifs des populations est effectuée par ces facteurs physico-chimiques.

A)



B)



C)

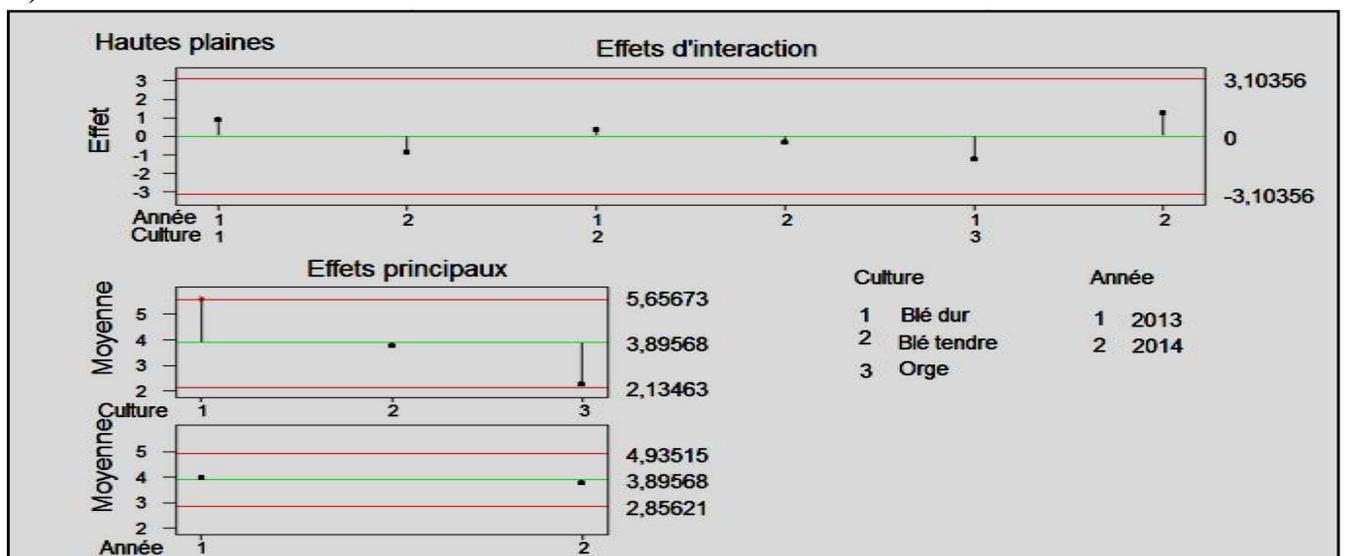


Figure 17 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces pour les cultures étudiées durant les années d'étude. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.

2.5.2. ANOVA de l'abondance moyenne des espèces par stade phénologique

2.5.2.1. Selon l'effet stade phénologique et l'effet année

L'étude de la variation de l'abondance moyenne pour la zone de Sétif note un effet stade phénologique très hautement significatif pour les blés, un effet année est significatif pour ces deux cultures, et aussi un effet interaction (SP. x A.) non significatif pour les mêmes cultures (**Tab. 38**).

Tableau 38 : Analyse de la variance à deux facteurs (stade phénologique et année) de l'abondance moyenne des insectes pour les cultures étudiées dans les deux zones et la région des Hautes plaines.

Stade phénologique : SP. ; Année : A.

Région	Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Sétif	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	888,8	296,3	10,22	< 0,001***
		Effet Année	2	190,7	95,3	3,29	0,037*
		Effet Interaction (SP. x A.)	6	257,4	42,9	1,48	0,181
		Erreur	3156	91520	29		
	Blé tendre	Effet Stade phénologique	3	527,8	175,9	7,27	< 0,001***
		Effet Année	2	221,5	110,7	4,57	0,010*
		Effet Interaction (SP. x A.)	6	78,2	13	0,54	0,786
		Erreur	1872	45315,7	24,2		
El-Khroub	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	1239,2	413,1	4,98	0,002**
		Effet Année	1	82,1	82,1	0,99	0,320
		Effet Interaction (SP. x A.)	3	335,7	111,9	1,35	0,257
		Erreur	1408	116768,9	82,9		
	Blé tendre	Effet Stade phénologique	3	876	292	2,68	0,046*
		Effet Année	1	158	158	1,45	0,228
		Effet Interaction (SP. x A.)	3	396	132	1,21	0,305
		Erreur	1088	118590	109		
	Orge	Effet Stade phénologique	3	258,4	86,1	3,81	0,010 *
		Effet Année	1	20,1	20,1	0,89	0,346
		Effet Interaction (SP. x A.)	3	148	49,3	2,18	0,088
		Erreur	960	21678,5	22,6		
Hautes plaines	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	2553	851	8,857	< 0,001***
		Effet Année	2	1060,6	530,3	5,53	0,004**
		Effet Interaction (SP. x A.)	6	1188,2	198	2,06	0,054
		Erreur	3468	332673,9	95,9		
	Blé tendre	Effet Stade phénologique	3	1615	538	4,69	0,003**
		Effet Année	2	848	424	3,69	0,025*
		Effet Interaction (SP. x A.)	6	732	122	1,06	0,382
		Erreur	2376	272633	115		
	Orge	Effet Stade phénologique	3	441,3	147,1	5,13	0,002 **
		Effet Année	1	351	351	12,24	< 0,001***
		Effet Interaction (SP. x A.)	3	250	83,3	2,91	0,034*
		Erreur	1352	38776,7	28,7		

Cette même analyse effectuée dans la zone d'El-Khroub a montré un effet stade phénologique significatif pour le blé tendre et l'orge, mais dans le blé dur est hautement significatif. Sur ces trois cultures, nous avons enregistré que l'effet année et ainsi que l'effet interaction (SP. x A.) sont non significatifs (**Tab. 38**).

Dans les Hautes plaines, nous avons trouvé un effet stade phénologique hautement significatif pour le blé dur, à très hautement significatif pour le blé tendre et l'orge. Un effet année significatif de la culture de blé tendre, hautement significatif pour le blé dur et très hautement significatif dans l'orge, alors que l'effet interaction (SP. x A.) est significatif seulement pour l'orge (**Tab. 38**).

L'effet moyen de stade phénologique dans la zone de Sétif indique que le stade épiaison des deux cultures, blé dur et blé tendre, avec presque la même valeur de $1,52 \pm 9,06$ et $1,50 \pm 8,28$ individus respectivement, et aussi ce stade est le plus touché par les insectes. Suivi par le stade montaison avec des moyennes de $0,94 \pm 5,48$ et $0,81 \pm 4,37$ individus dans ces deux cultures respectivement (**Fig. 18 A**). Les deux autres stades fin-tallage et maturation sont les moins touchés par les insectes avec des moyennes qui ne dépassent pas 0,33 individus (**Fig. 18 A**). Comme nous avons vu précédemment que l'effet année est significatif sur l'abondance moyenne des insectes pour ces deux cultures, nous avons enregistré que l'année 2013 avec la plus grande abondance de $1,03 \pm 8,12$ individus sur le blé dur par rapport aux autres années. Aussi, les moyennes des deux années 2013 et 2014 de la culture de blé tendre sont presque identiques $0,95 \pm 7,54$ et $0,91 \pm 3,60$ individus respectivement (**Fig. 18 B**), par rapport à l'année 2012 avec $0,21 \pm 1,82$ individus, malgré que ces valeurs sont très proches, mais du point de vue statistique sont significatives.

Dans la zone d'El-Khroub, nous observons un seul effet significatif qui est l'effet stade phénologique pour les trois cultures. Le stade épiaison de blé dur et tendre est infesté par les insectes avec les moyennes de $2,54 \pm 17,26$ et $2,36 \pm 20,59$ individus respectivement. Suivi par la montaison sur ces deux mêmes cultures respectivement avec de $1,18 \pm 5,40$ et $0,71 \pm 3,09$ individus (**Fig.18 C**). Dans la culture d'orge, nous signalons que le stade montaison et épiaison enregistrent presque la même abondance moyenne des insectes avec $1,36 \pm 3,56$ et $1,30 \pm 6,08$ individus respectivement (**Fig.18 C**). Concernant les deux autres stades fin-tallage et maturation de ces trois cultures qui sont les plus résistants à la présence des insectes avec des moyennes inférieures à 0,62 individus (**Fig.18 C**). Nous notons également que les moyennes des deux années (2013 et 2014) pour les trois cultures ne diffèrent pas significativement (**Fig.18 D**).

L'interprétation précédente est valable aussi pour la région des Hautes plaines où nous observons pour l'effet stade phénologique que le stade épiaison est le plus sensible aux attaques des insectes dans les cultures de blé dur, de blé tendre et d'orge avec des moyennes de $2,42 \pm 18,06$; $2,27 \pm 20,52$ et $1,66 \pm 6,88$ individus respectivement (**Fig.18 E**). Nous citons en 2^{ième} position le

stade montaison avec des valeurs de $1,33 \pm 7,19$; $0,97 \pm 5,17$ et $1,46 \pm 7,31$ individus respectivement. Enfin les deux autres stades, maturation et fin-tallage sont les deux stades les moins touchés par rapport aux deux autres stades (**Fig.18 E**).

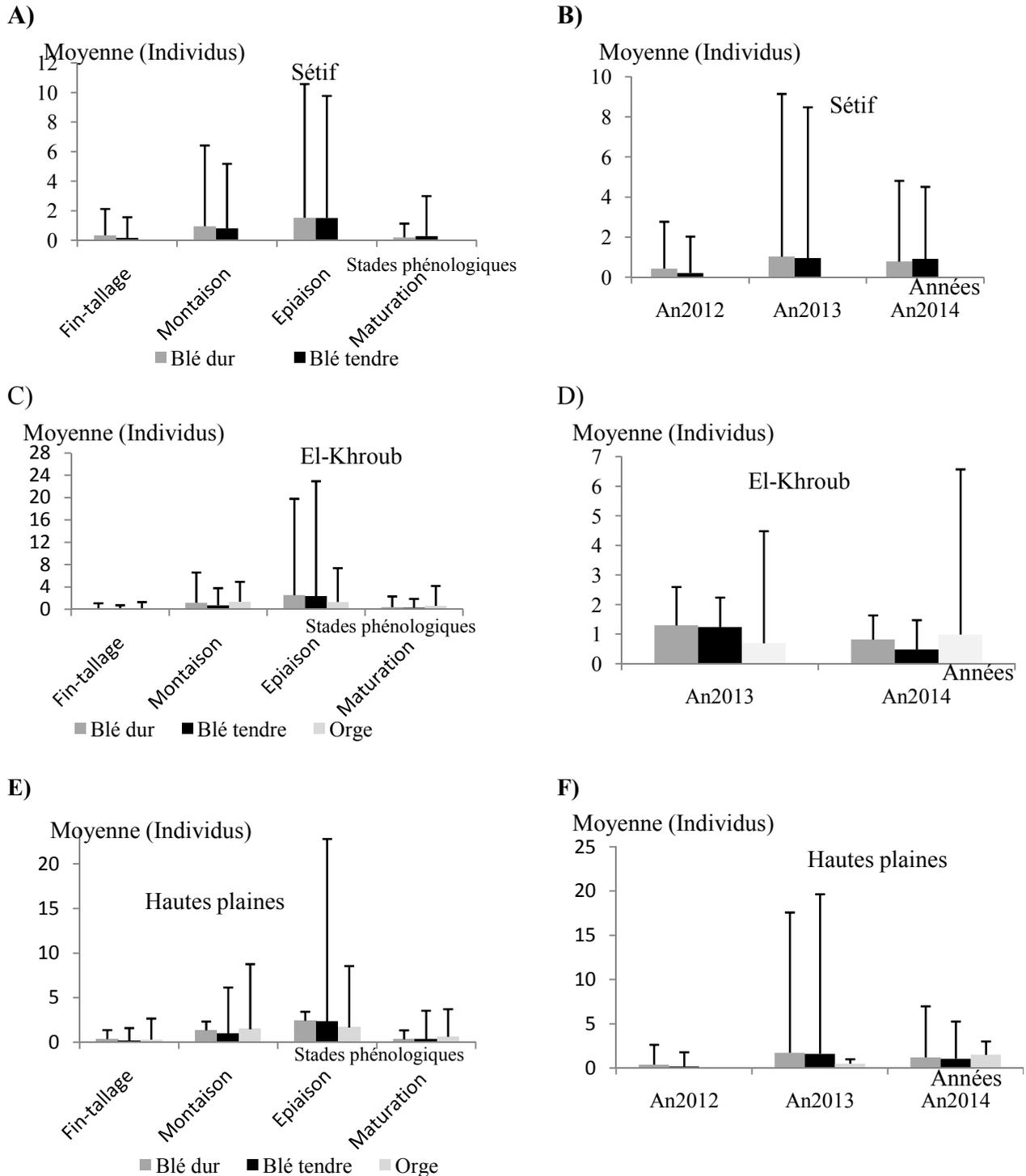


Figure 18 : Effets moyens stade phénologique et année sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour toutes les cultures étudiées. A, B) Sétif ; C, D) El-Khroub, E, F) Hautes plaines.

Nous signalons également les mêmes valeurs pour les deux stades maturation et fin-tallage sur le blé dur avec de $0,36 \pm 2$ et $0,33 \pm 1,77$ individus respectivement. Alors que pour les deux autres cultures, blé tendre et orge, nous observons la présence des insectes dans le stade maturation avec $0,35 \pm 3,19$ et $0,62 \pm 3,1$ individus respectivement est supérieure à celle observée au stade fin-tallage ($0,18 \pm 1,40$ et $0,29 \pm 2,37$ individus) respectivement (**Fig.18 E**).

La comparaison des moyennes des années dans cette région indique que l'abondance moyenne des insectes en 2013 sur les deux cultures, blé dur et blé tendre, avec $1,73 \pm 15,86$ et $1,61 \pm 18,04$ individus respectivement est supérieure à celle de l'année 2014 avec $1,21 \pm 5,78$ et $1,05 \pm 4,21$ individus respectivement. Aussi, elle est beaucoup plus supérieure significativement à celle de 2012 ($0,39 \pm 2,24$ et $0,17 \pm 1,62$ individus) respectivement. Alors que pour la culture d'orge, nous constatons que l'année 2014 ($1,51 \pm 6,91$ individus) est beaucoup plus infestée par les insectes que 2013 avec $0,5 \pm 3,21$ individus, soit le triple (**Fig. 18 F**).

Nous indiquons qu'il existe une signification entre les stades phénologiques dans les deux zones d'étude et même dans les Hautes plaines, car chaque stade phénologique d'une plante hôte est différent de l'autre (qualité nutritionnel, la couleur, la forme, la taille,..), et cette différence entre dans le choix des plantes hôtes par les insectes. Pour les années, nous avons signalé qu'il y a distinction entre les trois années (2012, 2013, 2014), mais aucune différence entre 2013 et 2014 dans la zone d'El-Khroub. Le seul effet interaction (SP. x A.) significatif a été signalé sur l'orge dans les Hautes plaines.

2.5.2.2. Selon l'effet stade phénologique et l'effet culture

A partir du **Tableau 39**, nous constatons que l'effet stade phénologique est très hautement significatif pour l'abondance moyenne des insectes dans les deux zones, Sétif et El-Khroub. Alors que l'effet culture sur l'abondance moyenne est très hautement significatif dans la zone de Sétif et non significatif pour la zone d'El-Khroub. Nous observons également que l'effet interaction (SP. x C.) est significatif à Sétif et non significatif à l'El-Khroub. Cette même analyse dans les Hautes plaines indique que l'effet stade phénologique est très hautement significatif et l'effet culture est hautement significatif, mais l'effet interaction (SP. x C.) est non significatif (**Tab. 39**).

Tableau 39 : Analyse de la variance à deux facteurs étudiés (stade phénologique et culture) de l'abondance moyenne des espèces dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines. Stade phénologique : SP. ; Culture : C.

Région	Source	DL	SC	CM	F	P
Sétif	Effet Stade phénologique	3	2675,7	891,9	14,09	< 0,001***
	Effet Culture	2	1519,1	759,6	12	< 0,001***
	Effet Interaction (SP. x C.)	6	874,4	145,7	2,3	0,032*
	Erreur	3288	208081,1	63,3		
El-Khroub	Effet Stade phénologique	3	2841	947	8,01	< 0,001***
	Effet Culture	2	310	155	1,31	0,270
	Effet Interaction (SP. x C.)	6	623	104	0,88	0,510
	Erreur	2556	302300	118		
Hautes plaines	Effet Stade phénologique	3	8429	2810	12,53	< 0,001***
	Effet Culture	2	2559	1279	5,7	0,003**
	Effet Interaction (SP. x C.)	6	2160	360	1,6	0,142
	Erreur	3768	845226	224		

La comparaison de l'abondance moyenne des insectes pour l'effet stade phénologique dans les deux zones 'Sétif et El-Khroub' et les Hautes plaines indique que le stade épiaison enregistre des valeurs importantes avec de $2,62 \pm 13,03$; $2,9 \pm 20,02$ et $4,26 \pm 27,03$ individus respectivement. Ce stade forme le 1^{er} groupe le plus touché par les insectes (**Fig. 19 A, Fig. 20 A, B et C**).

Pour la zone de Sétif et la région des Hautes plaines, le 2^{ième} groupe est formé par le stade montaison avec $1,57 \pm 8,4$ et $2,38 \pm 12,01$ individus respectivement (**Fig. 19 A, Fig. 20 A et C**). Alors que dans la zone d'El-Khroub, le 2^{ième} groupe est formé par les deux stades, montaison et maturation avec $1,47 \pm 7,42$ et $0,58 \pm 2,91$ individus ressemblent (**Fig. 19 A, Fig. 20 B**), ce groupe est moyennement touché par les insectes (**Fig. 20 A, B et C**). En ce qui concerne le 3^{ième} groupe qui est le moins infesté par les espèces à Sétif et aux Hautes plaines respectivement, il est formé par les deux stades, fin-tallage ($0,5 \pm 2,96$ et $0,55 \pm 3,25$ individus) et maturation ($0,41 \pm 2,48$ et $0,75 \pm 3,84$ individus). En revanche, à l'El-Khroub ce même groupe est constitué par le stade fin-tallage avec $0,16 \pm 1,29$ individus (**Fig. 19 A, Fig. 20 A, B et C**).

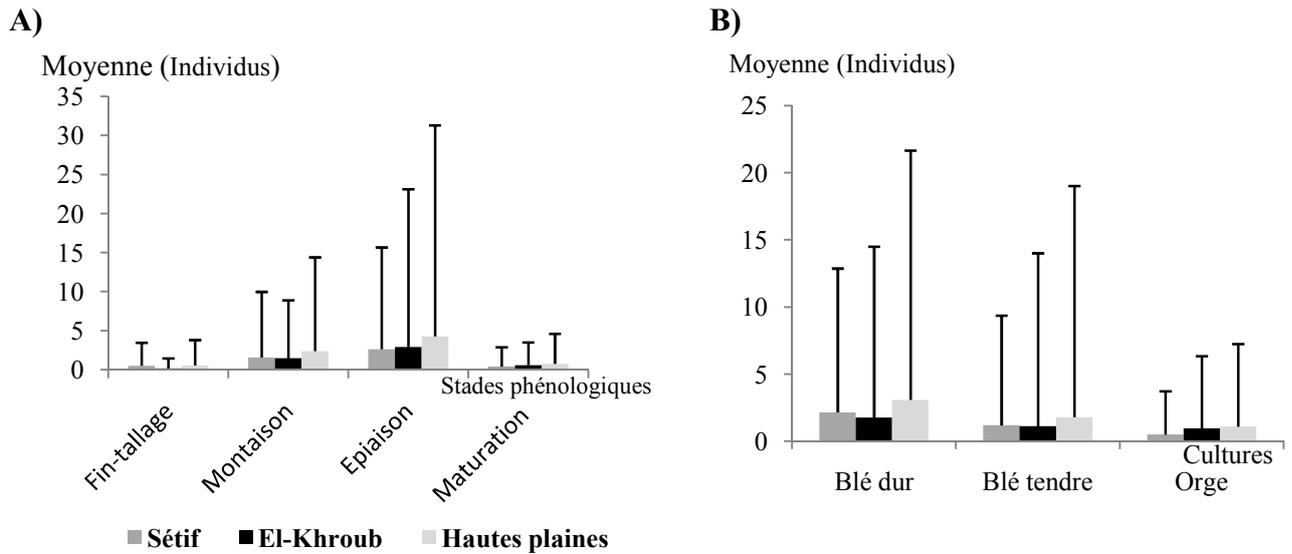
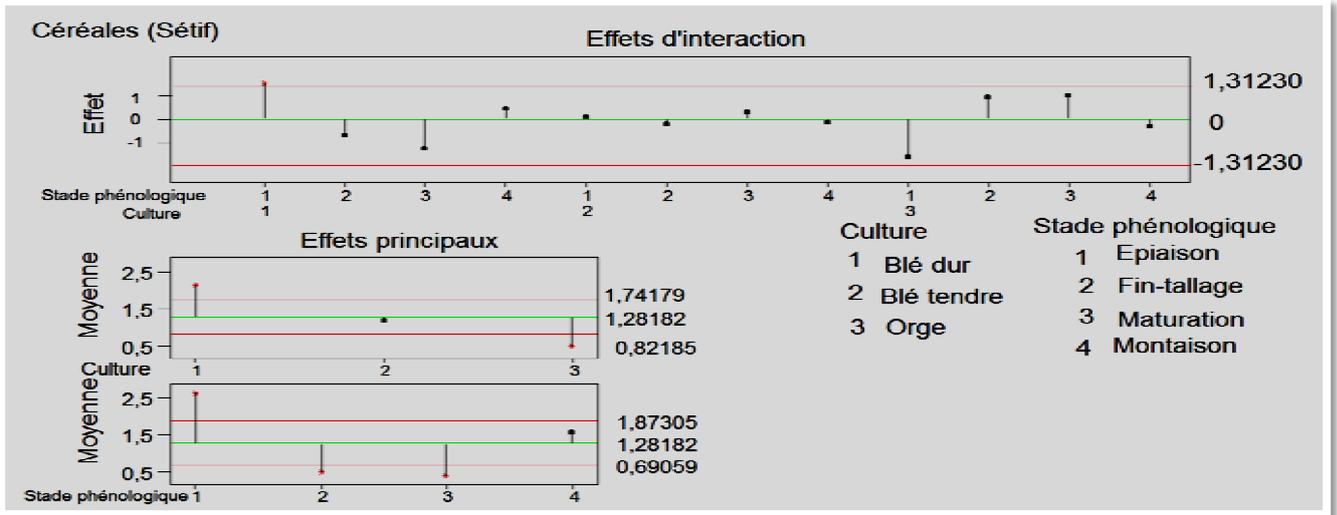


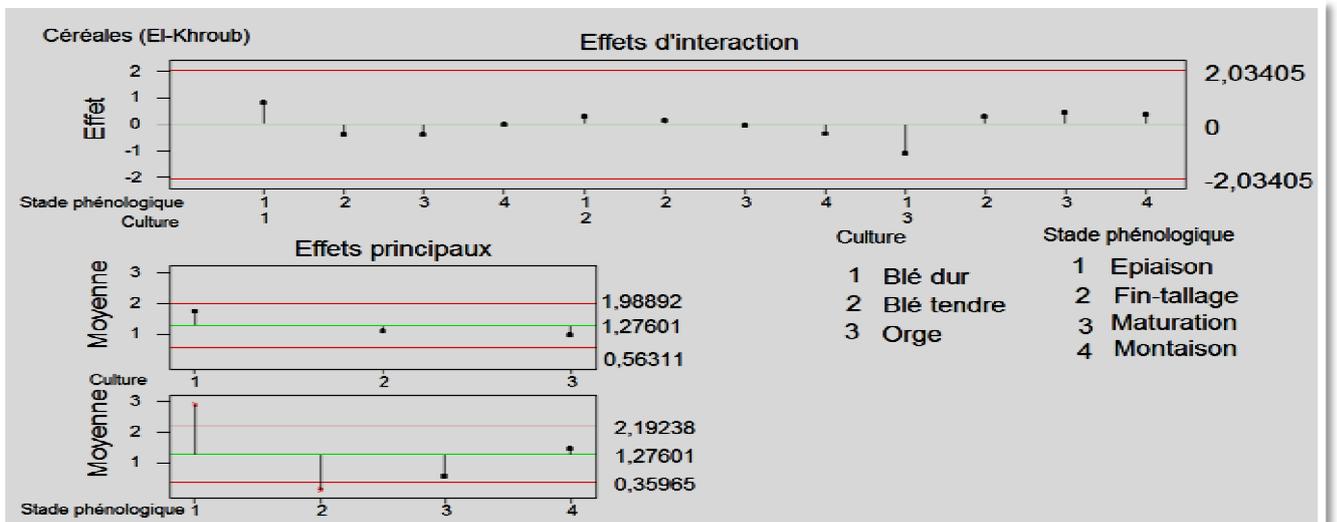
Figure 19 : Effets moyens de stade phénologique et de culture sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les deux zones d'étude et les Hautes plaines. **A)** Stades phénologiques ; **B)** Cultures.

Concernant l'effet culture, nous notons que Sétif et les Hautes plaines respectivement enregistrent un effet significatif, et nous classons les cultures en trois groupes. Le 1^{er} groupe est le plus touché par les insectes et formé par le blé dur avec $1,55 \pm 9,19$ et $3,08 \pm 18,58$ individus. Le 2^{ème} groupe se constitue par le blé tendre avec $1,18 \pm 8,18$ et $1,79 \pm 17,23$ individus, qui regroupe des valeurs comparativement plus faibles par rapport au blé dur. Et finalement, le 3^{ème} groupe se compose d'orge ($0,5 \pm 3,22$ et $1,09 \pm 6,16$ individus), cette culture se révèle comme étant la culture la moins accueillante par les insectes (**Fig.19 B et Fig. 20 A et C**). Dans la zone d'El-Khroub, l'effet culture est non significatif, donc nous classons les trois cultures dans le même groupe (**Fig. 19 B et Fig. 20 B**).

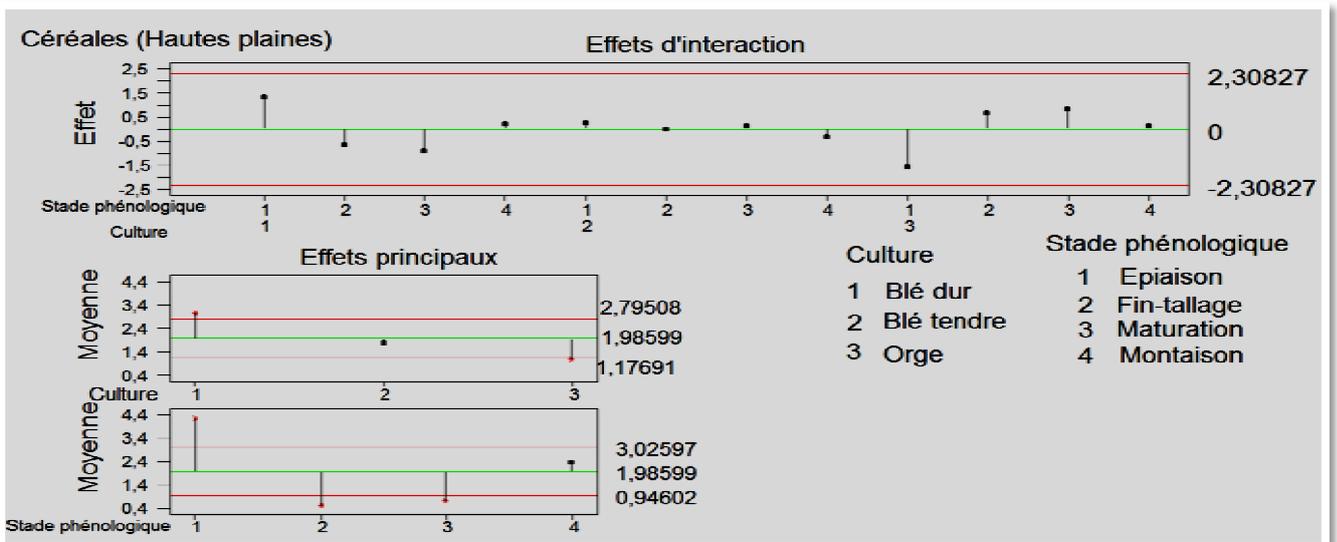
En revanche, l'effet interaction (SP. x C.) est non significatif à l'El-Khroub et aux Hautes plaines (**Fig. 20 B et C**). Par contre, cet effet est significatif à Sétif, nous observons la présence de deux groupes, le 1^{er} est le plus touché par les insectes et se constitue par la culture de blé dur durant le stade épiaison. Le 2^{ème} groupe est formé par les trois cultures durant les différents autres stades phénologiques (**Fig. 20 A**).



A)



B)



C)

Figure 20 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces suivant les stades phénologiques et les cultures. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.

2.5.2.3. Selon l'effet stade phénologique et l'effet espèce

La table d'ANOVA (**Tab. 40**) représente un effet stade phénologique et un effet espèce très hautement significatifs dans les trois cultures de la zone de Sétif, mais un effet interaction (SP. x Esp.) est très hautement significatif uniquement sur le blé tendre.

Tableau 40 : Analyse de la variance à deux facteurs étudiés (stade phénologique et espèce) de l'abondance moyenne des espèces dans les deux zones et les Hautes plaines.

Stade phénologique : SP. ; Espèce : Esp.

Région	Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Sétif	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	895	298,3	12,37	< 0,001 ***
		Effet Espèce	262	20865,3	79,6	3,3	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	786	20333,2	25,9	1,07	0,115
		Erreur	2104	50750,5	24,1		
	Blé tendre	Effet Stade phénologique	3	527,8	175,9	10,06	< 0,001 ***
		Effet Espèce	156	10629,7	68,1	3,9	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	468	13016,5	27,8	1,59	< 0,001 ***
		Erreur	1256	21969,1	17,5		
	Orge	Effet Stade phénologique	3	194,5	64,8	6,37	< 0,001 ***
		Effet Espèce	121	7192,5	59,4	5,84	< 0,001 ***
		Erreur	363	3697,4	10,2		
	El-Khroub	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	1239,2	413,1	5,92
Effet Espèce			176	23718,2	134,8	1,93	< 0,001 ***
Effet Interaction (SP. x Esp.)			528	44035	83,4	1,19	0,014 *
Erreur			708	49433,6	69,8		
Blé tendre		Effet Stade phénologique	3	876,5	292,2	3,26	0,021 *
		Effet Espèce	136	18932	139,2	1,55	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	408	51075,6	125,2	1,4	< 0,001 ***
		Erreur	548	49136,8	89,7		
Orge		Effet Stade phénologique	3	258,4	86,1	4,18	0,006 **
		Effet Espèce	120	5815,8	48,5	2,35	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	360	6055,4	16,8	0,82	0,980
		Erreur	484	9975,4	20,6		
Hautes plaines	Blé dur	Effet Stade phénologique	3	2575,8	858,6	10,25	< 0,001 ***
		Effet Espèce	287	59568,4	207,6	2,48	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	861	82316,3	95,6	1,14	0,009 **
		Erreur	2304	192981,5	83,8		
	Blé tendre	Effet Stade phénologique	3	1615,2	538,4	5,64	0,001 **
		Effet Espèce	198	41042,8	207,3	2,17	< 0,001 ***
		Effet Interaction (SP. x Esp.)	594	81085,2	136,5	1,43	< 0,001 ***
		Erreur	1592	152084,9	95,5		
	Orge	Effet Stade phénologique	3	441,3	147,1	6,03	< 0,001 ***
		Effet Espèce	169	13021,7	77,1	3,16	< 0,001 ***
		Effet Interaction (Esp. x SP.)	507	9772,8	19,3	0,79	0,998
		Erreur	680	16583,1	24,4		

Cette analyse de variance dans la zone d'El-Khroub montre un effet espèce très hautement significatif pour les trois cultures. Un effet stade phénologique significatif dans le blé tendre, à hautement significatif pour le blé dur et l'orge, et aussi un effet interaction (SP. x Esp.) est significatif sur le blé dur, à très hautement significatif dans le blé tendre, et non significatif pour l'orge (**Tab.40**).

La même analyse dans les Hautes plaines indique que l'effet espèce est très hautement significatif dans les trois cultures. De plus, l'effet stade phénologique est très hautement significatif dans le blé dur et l'orge, mais dans la culture de blé tendre est hautement significatif. Alors que l'effet interaction (SP. x Esp.) est hautement à très hautement significatif pour le blé dur et le blé tendre respectivement, et non significatif pour la culture d'orge (**Tab.40**).

L'espèce *D. cyaneus* est la plus importante sur les cultures, blé dur et orge, dans la zone de Sétif et des Hautes plaines respectivement, avec des valeurs de $23,66 \pm 25,85$; $41,75 \pm 30,80$; $29,85 \pm 29,45$ et $27,33 \pm 31,64$ individus (**Fig.21 A, C**). Alors que cette espèce a des valeurs faibles entre 3,29-9,29 individus sur les cultures d'El-Khroub (**Fig.21 B**).

Dans la culture de blé dur à Sétif et aux Hautes plaines, le puceron *R. padi* a des valeurs supérieures de $21,34 \pm 50,7$ et $22,7 \pm 54,79$ individus respectivement. En revanche, sur le blé tendre, cette espèce a des moyennes faibles de $3,73 \pm 7,98$ et $4,28 \pm 9,34$ individus respectivement (**Fig.21 A, C**). Par contre cette espèce a été classée parmi les espèces les moins fréquentes sur les trois cultures à El-Khroub, dans les cultures d'orge à Sétif et aux Hautes plaines (**Fig.21 A, B, C**).

Concernant le puceron *S. avenae* qui est fréquent sur les deux cultures, blé dur et blé tendre dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines, mais leurs moyennes sont dominantes à El-Khroub et les Hautes plaines par rapport à Sétif (**Fig.21 A, B, C**).

H. tritici est notée sur les cultures de blé dur et tendre avec des moyennes proches à Sétif et aux Hautes plaines avec $13,64 \pm 13,40$; $12,7 \pm 17,13$; $19,4 \pm 17,36$; $15,77 \pm 19,47$ individus respectivement, mais les moyennes de cette espèce sur ces deux cultures à El-Khroub sont de $8,64 \pm 7,61$ et $4,6 \pm 7,61$ individus respectivement (**Fig. 21 A, B, C**).

Sur le blé tendre et blé dur de Sétif et des Hautes plaines, nous constatons que la cicadelle *P. alienus* est présente avec la même valeur de $11,94 \pm 17,96$ individus sur la 1^{ère} culture et de $7,96 \pm 11,8$; $8,41 \pm 2,52$ individus respectivement sur la 2^{ème} culture (**Fig. 21 A, C**).

Le criocère *O. melanopus* a des moyennes supérieures sur le blé dur à l'El-Khroub et aux Hautes plaines avec une valeur presque de 23 individus, suivi par le blé tendre et l'orge avec $10,96 \pm 10,04$; $12,9 \pm 17,13$; $14,16 \pm 19,5$ et $11,29 \pm 14,91$ respectivement. Par contre à Sétif, sur ces trois cultures, les valeurs sont faibles et ne dépassent pas 7,34 individus (**Fig.21 A, B, C**).

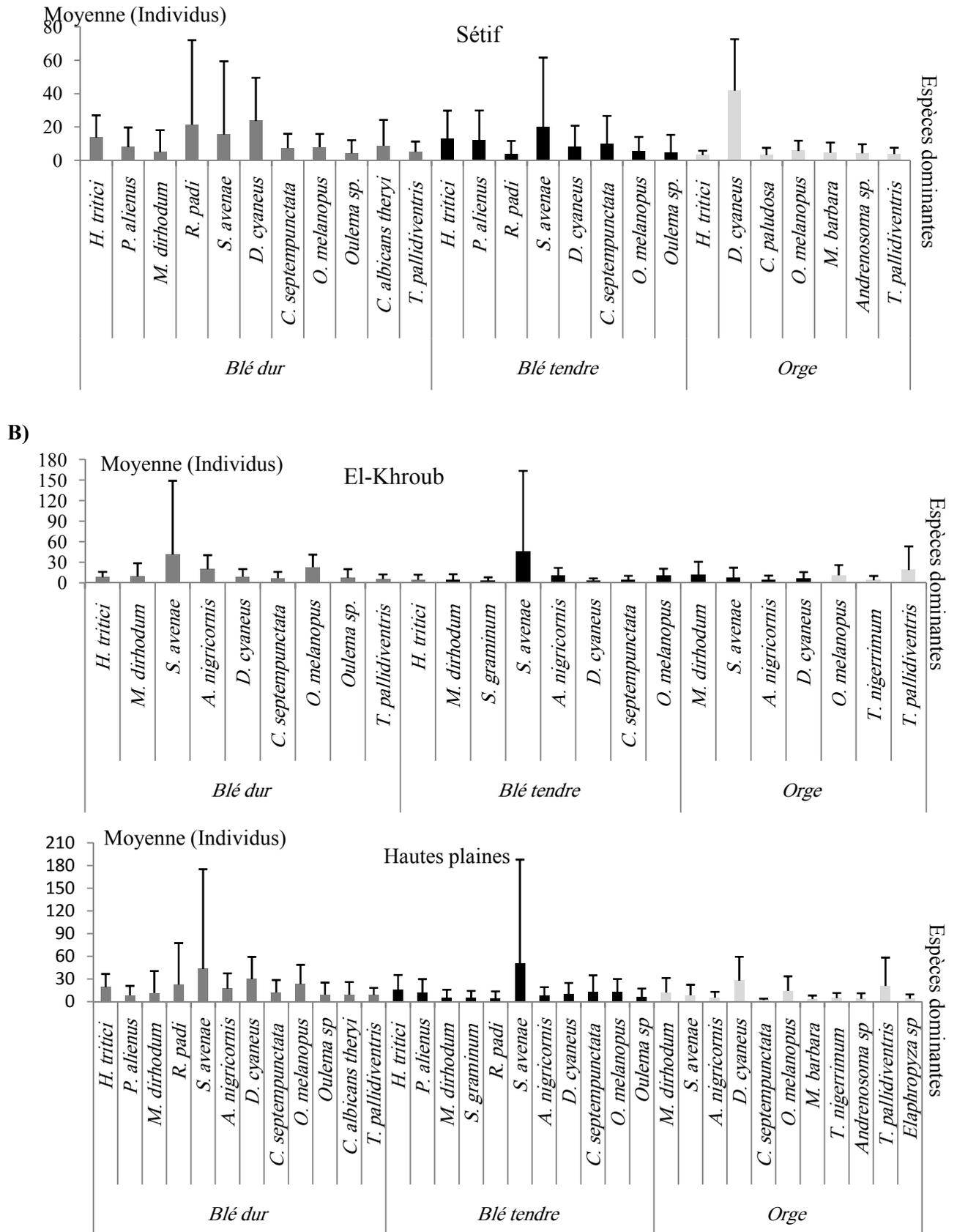


Figure 21 : Effet moyen des espèces les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des espèces dominantes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées. A) Sétif, B) El-Khroub, C) Hautes plaines.

Le puceron *M. dirhodum* existe sur l'orge et blé dur dans les Hautes plaines et l'El-Khroub respectivement avec des valeurs moyennes de $12,03 \pm 19,23$; $11,59 \pm 19,38$; $11,41 \pm 29,12$ et $9,58 \pm 19,45$ individus par rapport au blé tendre et aussi aux trois cultures de Sétif (**Fig. 21 A, B, C**).

La comparaison des moyennes presque proches des espèces à Sétif révèle que l'*Oulema sp.* a une valeur de $4,28 \pm 7,84$ individus sur blé dur et $4,77 \pm 10,58$ individus dans le blé tendre, alors que *O. melanopus* a des valeurs de $5,75 \pm 6,06$ et $5,59 \pm 8,54$ individus sur l'orge et le blé tendre respectivement (**Fig.21 A**). Dans cette même zone, nous signalons aussi que la culture d'orge est accueillante par les deux espèces *H. tritici* et *C. paludosa* avec une même valeur de 3,12 individus, plus les trois espèces *M. barbara*, *Andrenosoma sp.* et *T. pallidiventr* avec des moyennes entre 3,87 et 4,6 individus (**Fig.21 A**).

Pour l'espèce *C. albicans theryi*, elle est fréquente sur le blé dur avec $9,39 \pm 16,73$ individus aux Hautes plaines et $8,71 \pm 15,6$ individus à Sétif (**Fig.21 A, C**).

Dans les Hautes plaines, *C. septempunctata* est dominante sur le blé dur et tendre avec presque la même valeur de 12 individus, et aussi avec la même valeur de 7,3 individus sur le blé dur à Sétif et à El-Khroub. Par contre la moyenne sur le blé tendre de la 1^{ière} zone ($9,81 \pm 16,87$ individus) est importante par rapport à la 2^{ième} zone ($4,22 \pm 6,32$ individus) (**Fig. 21 A, B, C**).

La culture d'orge dans la région des Hautes plaines et la zone d'El-Khroub abrite l'espèce *T. pallidiventr* avec des moyennes proches de $20,92 \pm 37,4$ et $19 \pm 34,58$ individus respectivement, mais avec une faible valeur de $5,66 \pm 6,95$ individus sur le blé dur de cette zone (**Fig. 21 B, C**). De plus, l'espèce *A. nigricornis* est fréquente sur le blé dur avec $20,25 \pm 20,45$; $17,44 \pm 20,02$ individus dans ces deux zones respectivement, suivi par le blé tendre avec $11,23 \pm 11,02$ et $8,39 \pm 10,88$ individus respectivement, mais cette espèce est faiblement abondante sur l'orge (**Fig.21 B, C**).

Selon l'analyse de la variance (**Tab.40**), tous les effets (stade phénologique, espèce et interaction) sont significatifs, sauf l'effet interaction (SP. x Esp.) dans les trois cas : blé dur à Sétif, orge à l'El-Khroub et aux Hautes plaines. Nous pouvons justifier l'absence de l'interaction entre les stades phénologiques de ces plantes hôtes et les espèces par la présence toujours des mêmes espèces dominantes avec un grand effectif durant les quatre stades de développement.

Concernant l'effet espèce qui est significatif sur l'ensemble des trois cultures dans les deux zones d'étude et les Hautes plaines. A cet égard, nous indiquons toujours la présence des mêmes espèces les plus fréquentes sur les trois cultures, mais des différences au niveau des valeurs des moyennes et le classement par ordre croissant de ces espèces. Dans la zone de Sétif, nous notons

que *D. cyaneus* occupe la 1^{ière} place sur blé dur et orge, et *S. avenae* sur blé tendre. Au niveau d'El-Khroub, *S. avenae* signalé sur blé dur et tendre, et aussi *T. pallidiventrus* sur orge. En revanche, dans les Hautes plaines, nous enregistrons *S. avenae* sur blé dur et tendre, et *D. cyaneus* sur orge.

Nous observons que les moyennes élevées notées pour les espèces ravageuses des céréales suivantes : *R. padi*, *M. dirhodum*, *S. graminum*, *H. tritici*, *P. alienus*, *O. melanopus*, *Oulema sp.* et *M. barbara*. Aussi, nous trouvons des espèces prédatrices avec des moyennes élevées comme : *T. pallidiventrus*, *C. septempunctata*, *Andrenosoma sp.* et *C. paludosa*. Les trois autres espèces *A. nigricornis*, *T. nigerrimum* et *C. albicans theryi* sont fréquentes dans notre cas, nous les classons comme des ravageurs potentiels pour nos cultures céréalières.

2.5.3. Analyse de variance spatiale de l'abondance moyenne des espèces

2.5.3.1. Selon l'effet espèce et l'effet zone

D'après le **Tableau (41)**, nous avons enregistré que l'effet espèce sur l'abondance moyenne est très hautement significatif pour les trois cultures. Alors que l'effet zone est non significatif pour le même paramètre sur ces trois cultures.

L'analyse statistique et la comparaison des moyennes montrent le manque d'une variation spatiale de l'abondance moyenne entre les deux zones d'étude, Sétif et El-Khroub avec $1,72 \pm 8,35$; $1,82 \pm 10,64$ individus respectivement, est cela peut être due à la situation géographique de ces deux zones qui se localisent dans la région des Hautes plaines de l'est.

Tableau 41 : Analyse de la variance à deux facteurs (espèce et zone) de l'abondance moyenne des insectes pour les trois cultures étudiées.

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèce	287	60671,8	211,4	3,79	< 0,001***
	Effet Zone	1	2,2	2,2	0,04	0,841
	Erreur	287	16028,2	55,8		
Blé tendre	Effet Espèce	198	48086,7	242,9	4,54	< 0,001***
	Effet Zone	1	35,6	35,6	0,67	0,416
	Erreur	198	10590,1	53,5		
Orge	Effet Espèce	169	27394,1	162,1	1,94	< 0,001***
	Effet Zone	1	57,3	57,3	0,69	0,409
	Erreur	169	14116	83,5		

Le **Tableau (42)** exprime les données de la comparaison entre les moyennes des espèces pour chaque culture dans les deux zones d'étude. Nous notons également que le puceron ravageur des céréales *S. avenae* est dominant sur le blé tendre et dur avec $136,12 \pm 80,12$; $114,51 \pm 74,12$ individus respectivement. Par contre, cette espèce se trouve en 5^{ième} place avec une moyenne de $17,54 \pm 20,57$ individus sur l'orge. En revanche, nous enregistrons que *D. cyaneus* est la plus fréquente avec $97,52 \pm 98,26$ individus sur cette dernière culture et occupe la 2^{ième} place avec $65,91 \pm 40,65$ individus sur le blé dur par rapport au blé tendre $24,78 \pm 9,92$ individus.

Tableau 42 : Effet moyen des espèce les plus fréquentes sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les trois cultures étudiées dans les deux zones d'étude (Sétif, El-Khroub).

Espèces	Blé dur (individus)	Blé tendre (individus)	Orge (individus)
<i>H. tritici</i>	$44,58 \pm 14,13$	$35,18 \pm 22,13$	$6,88 \pm 7,95$
<i>P. alienus</i>	$17,26 \pm 20,64$	$23,97 \pm 33,66$	$5 \pm 1,41$
<i>M. dirhodum</i>	$29,21 \pm 12,9$	$14,95 \pm 8,5$	$24,94 \pm 30,32$
<i>R. padi</i>	$46,77 \pm 54,59$	$9,22 \pm 8,08$	$3,15 \pm 0,5$
<i>S. graminum</i>	$11,67 \pm 1,06$	$14,88 \pm 0,97$	$6,06 \pm 1,33$
<i>S. avenae</i>	$114,51 \pm 74,12$	$136,12 \pm 80,12$	$17,54 \pm 20,57$
<i>A. nigricornis</i>	$48,38 \pm 46,13$	$27,80 \pm 34,18$	$12,73 \pm 5,17$
<i>D. cyaneus</i>	$65,91 \pm 40,65$	$24,78 \pm 9,92$	$97,52 \pm 98,26$
<i>C. septempunctata</i>	$29,31 \pm 0,09$	$29,18 \pm 14,26$	$7,02 \pm 4,92$
<i>O. melanopus</i>	$62,07 \pm 42,92$	$39,60 \pm 24,3$	$34,08 \pm 15,67$
<i>Oulema sp</i>	$23,32 \pm 8,74$	$13,50 \pm 7,92$	$4,08 \pm 2,24$
<i>C. albicans theryi</i>	$19,48 \pm 21,77$	$2,57 \pm 0,71$	$6,15 \pm 7,57$
<i>T. nigerrimum</i>	$10,26 \pm 9,33$	$3,33 \pm 4,24$	$11,21 \pm 7,37$
<i>M. barbara</i>	$8,77 \pm 8,87$	$2,75 \pm 3,18$	$11,63 \pm 9,72$
<i>Andrenosoma sp</i>	$14,17 \pm 5,53$	$6,55 \pm 2,57$	$11,92 \pm 7,19$
<i>T. pallidiventris</i>	$21,63 \pm 1,46$	$8,82 \pm 8,70$	$45,73 \pm 42,75$

Le criocère des céréales *O. melanopus* se trouve en 2^{ième} position pour le blé tendre ($39,60 \pm 24,3$ individus) et la 3^{ième} place sur le blé dur et l'orge avec $62,07 \pm 42,92$; $34,08 \pm 15,67$ individus respectivement. Nous constatons que la moyenne de cette espèce sur le blé tendre et l'orge est proche par rapport au blé dur. De plus, nous signalons que le puceron *M. dirhodum* préfère l'installation sur le blé dur et l'orge avec des valeurs de $29,21 \pm 12,9$; $24,94 \pm 30,32$ individus respectivement que sur le blé tendre avec $14,95 \pm 8,5$ individus (**Tab. 42**).

Nous classons les cinq espèces *A. nigricornis*, *R. padi*, *H. tritici*, *Oulema sp.* et *C. albicans theryi* par ordre croissant dans le blé dur comme des espèces les plus abondantes avec $48,38 \pm 46,13$; $46,77 \pm 54,59$; $44,58 \pm 14,13$; $23,32 \pm 8,74$ et $19,48 \pm 21,77$ individus respectivement, comparativement aux deux autres cultures (**Tab.42**). Aussi, nous indiquons que la 2^{ième} et la 5^{ième} espèce respectivement sont faiblement présentées sur le blé tendre ($9,22 \pm 8,08$; $2,57 \pm 0,71$ individus) et l'orge ($3,15 \pm 0,5$; $6,15 \pm 7,57$ individus). Alors que la 3^{ième} et la 4^{ième} espèce ont des valeurs très faibles sur la culture d'orge avec $6,88 \pm 7,95$ et $4,08 \pm 2,24$ individus respectivement par rapport au blé tendre (**Tab. 42**).

Concernant les trois espèces *P. alienus*, *S. graminum* et *T. pallidiventrtris* qui se trouvent sur les trois cultures avec des valeurs différentes. Pour ces deux premières espèces respectivement sont abondantes sur le blé tendre avec $23,97 \pm 33,66$; $14,88 \pm 0,97$ individus, et faiblement présente sur l'orge ($5 \pm 1,41$; $6,06 \pm 1,33$ individus). Alors que la 3^{ième} espèce est plus dominante sur l'orge avec $45,73 \pm 42,75$ individus, mais faiblement présentée sur le blé tendre avec $8,82 \pm 8,70$ individus). Nous constatons que ces trois espèces sont moyennement présentées dans le blé dur avec $17,26 \pm 20,64$; $11,67 \pm 1,06$; $21,63 \pm 1,46$ individus respectivement (**Tab. 42**).

Pour l'espèce aphidiphage *C. septempunctata*, nous observons la même valeur dans le blé dur et le blé tendre, mais sur l'orge, cette espèce a une moyenne faible presque (4 fois) inférieure par rapport aux moyennes des deux autres cultures (**Tab. 42**).

A chaque analyse, nous confirmons la dominance des mêmes espèces, mais avec un changement dans le classement de ces dernières. *S. avenae* dominante sur le blé dur et tendre, mais *D. cyaneus* fréquente sur l'orge. En revanche, l'espèce *O. melanopus* occupe la 3^{ième} position sur ces trois cultures. La coccinelle est abondante sur les cultures de blé dur et tendre que l'orge, car leurs proies préférées sont fréquentes sur ces deux cultures.

2.5.3.2. Selon l'effet culture et effet zone

L'analyse de la variance spatiale (culture et zone) indique des effets non significatifs pour l'ensemble des facteurs étudiés, effet culture, effet zone et effet interaction (C. x Z.).

De plus, la comparaison entre les moyennes des espèces sur les trois cultures : le blé dur ($2,2 \pm 10,51$ individus), le blé tendre ($1,57 \pm 9,73$ individus) et l'orge ($1,52 \pm 8,25$ individus) sont non significatives du point de vue statistique. Ainsi, les moyennes des insectes dans les deux zones d'étude, Sétif ($1,72 \pm 8,35$ individus) et l'El-Khroub ($1,82 \pm 10,64$ individus), sont non significatives. Nous pouvons expliquer l'absence de l'effet de zone par la localisation de ces deux zones dans l'étage bio-climatique semi-aride, malgré qu'il y a une différence dans l'altitude entre

les deux. Concernant l'effet culture non significatif qui confirme l'approche génétique des trois cultures étudiées, ces trois plantes hôtes sont regroupées dans la même famille des graminées, aussi elles abritent presque les mêmes peuplements d'insectes.

2.5.2.3. Selon l'effet variété et effet espèce

Dans la zone de Sétif, l'étude statistique indique que l'effet espèce est très hautement significatif pour les trois cultures, et l'effet variété est significatif pour le blé dur et l'orge, mais dans le blé tendre est très hautement significatif (**Tab. 43**).

Tableau 43 : Analyse de la variance représentant l'effet des deux facteurs (espèce et variété) sur l'abondance moyenne des insectes pour les cultures étudiées dans les deux zones et la région des Hautes plaines.

Région	Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Sétif	Blé dur	Effet Espèce	262	381957	1458	9,72	< 0,001***
		Effet Variété	7	2334	333	2,22	0,030*
		Erreur	1834	274936	150		
	Blé tendre	Effet Espèce	156	69676,5	446,6	6,41	< 0,001***
		Effet Variété	6	1913	318	4,58	< 0,001***
		Erreur	936	65200,3	69,7		
	Orge	Effet Espèce	121	57540,4	475,5	7,26	< 0,001***
		Effet Variété	1	292,2	292,2	4,46	0,037*
		Erreur	121	7920,3	65,5		
El-Khroub	Blé dur	Effet Espèce	176	284618,3	1617,1	30,74	< 0,001***
		Effet Variété	5	512,2	102,4	1,95	0,084
		Erreur	880	46292,8	52,6		
	Blé tendre	Effet Espèce	136	405040	2978	11,44	< 0,001***
		Effet Variété	4	842	211	0,81	0,520
		Erreur	544	141459	260		
	Orge	Effet Espèce	120	44562,8	371,4	4,17	< 0,001***
		Effet Variété	3	683,1	227,7	2,56	0,055
		Erreur	360	32023,9	89		
Hautes plaines	Blé dur	Effet Espèce	287	751567	2619	12,32	< 0,001***
		Effet Variété	9	12383	1376	6,47	< 0,001***
		Erreur	2583	549055	213		
	Blé tendre	Effet Espèce	198	406547	2053	9,81	< 0,001***
		Effet Variété	8	8559	1070	5,11	< 0,001***
		Erreur	1584	331513	209		
	Orge	Effet Espèce	169	105216	623	3,92	< 0,001***
		Effet Variété	3	3404	1135	7,14	< 0,0001***
		Erreur	507	80575	159		

En revanche, dans la zone d'El-Khroub, nous constatons que l'effet variété est non significatif pour les trois cultures, mais l'effet espèce est très hautement significatif pour ces mêmes cultures. Au niveau des Hautes plaines, l'analyse de la variation spatiale montre que les deux effets, espèce et variété, sont très hautement significatifs pour les trois cultures (**Tab. 43**).

✓ **Comparaison des moyennes des insectes selon les variétés dans la zone de Sétif**

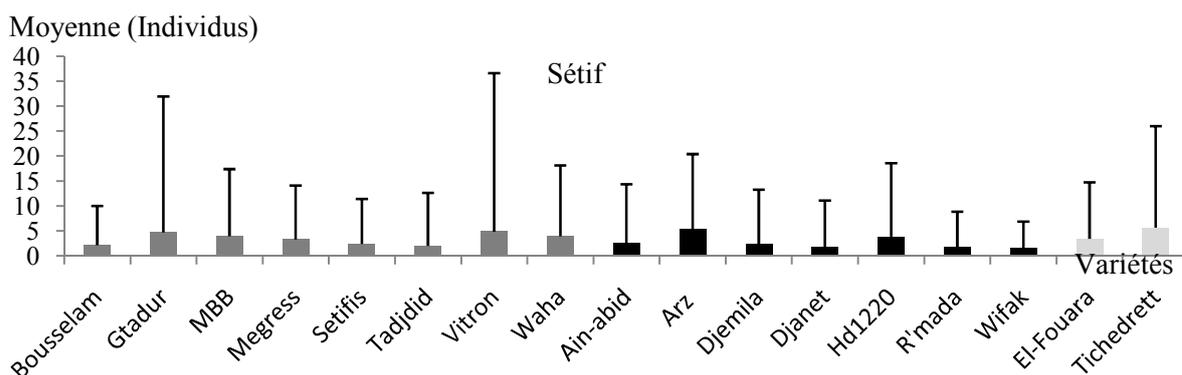
Dans la zone de Sétif et pour l'ensemble de toutes les variétés, nous classons en 1^{er} ordre les trois variétés, Tichedrett, Arz et Vitron qui ont des moyennes proches et supérieures par rapport aux autres variétés. Aussi, nous citons que les trois variétés de blé tendre Wifak, R'mada, Djanet et la variété Tadjdid de blé dur sont les moins abritant des peuplements des insectes (**Fig. 22 A**).

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de blé dur*

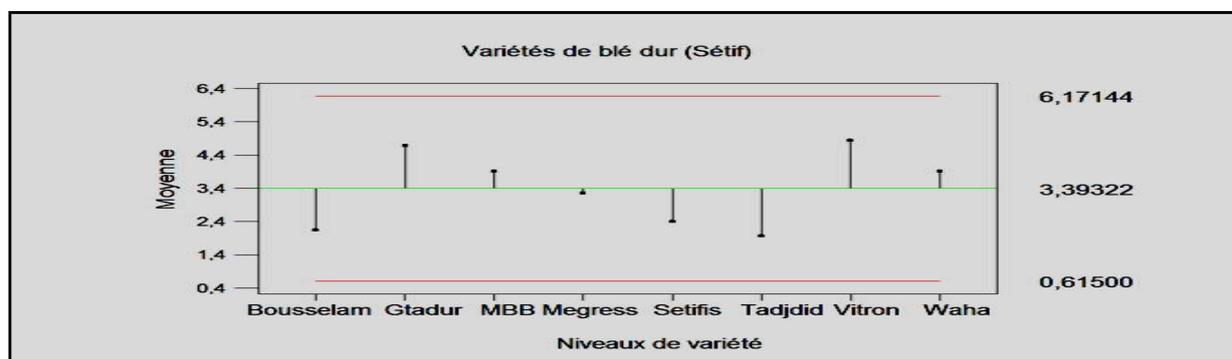
Les variétés de blé dur les plus peuplées par les insectes sont Vitron ($4,84 \pm 31,75$ individus) et Gtadur ($4,69 \pm 27,25$ individus) par rapport aux trois variétés les moins accueillantes par les insectes qui sont Tadjdid, Bousselam et Sétifis avec $1,97 \pm 10,65$; $2,15 \pm 7,83$ et $2,41 \pm 9$ individus respectivement. Malgré la différence en moyenne qui existe entre ces variétés, mais ces variétés formant un seule groupe (**Fig. 22 A, B**). Ainsi, nous enregistrons que les deux variétés Waha et MBB ont la même moyenne de 3,91 individus, malgré que la 1^{ière} variété est introduite et la 2^{ième} est locale.

Les trois espèces *R. padi*, *S. avenae* et *D. cyaneus* sont les plus dominantes avec $152,37 \pm 162,63$; $91,71 \pm 68,91$ et $82,08 \pm 56,03$ individus, alors que les deux espèces *H. tritici* et *C. albicans theryi* sont classées en 2^{ième} position avec $54,25 \pm 20,09$ et $50,21 \pm 34,65$ individus. Aussi nous signalons que les espèces *O. melanopus*, *C. septempunctata* et *P. alienus* ont des valeurs proches $39,33 \pm 25,88$; $32,87 \pm 12,79$ et $30,83 \pm 23,49$ individus. De plus les espèces, *M. dirhodum*, *T. nigerrimum* et *Oulema sp.* ont presque la même moyenne entre 20,54 et 24,50 individus (**Fig. 23**).

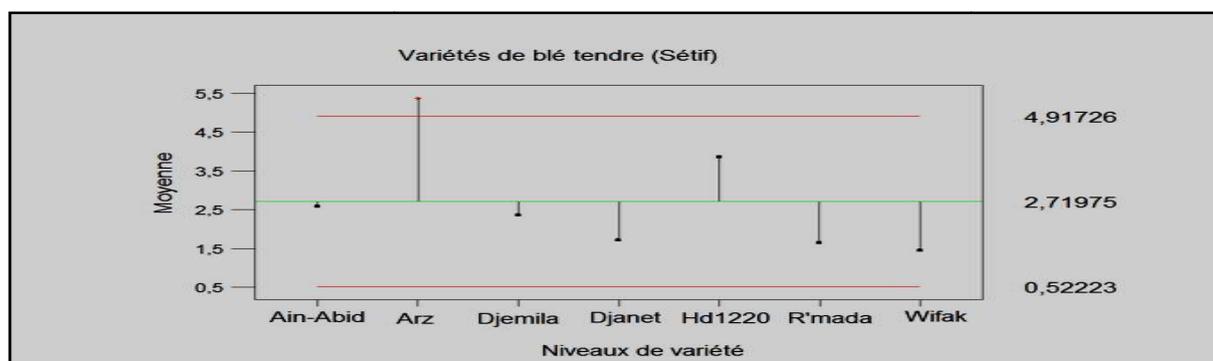
A)



B)



C)



D)

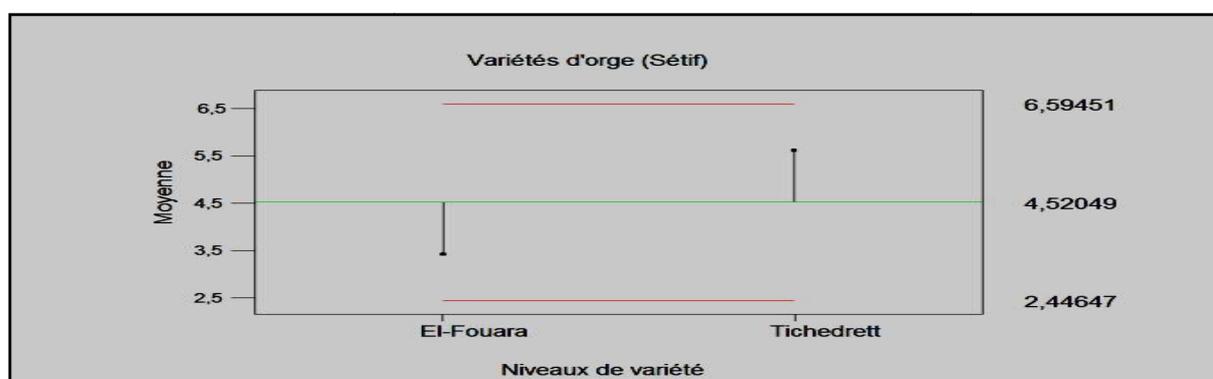


Figure 22 : Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les cultures céréalières étudiées dans la zone de Sétif. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) Variétés de Blé dur ; C) Variétés de Blé tendre ; D) Variétés d'Orge.

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de blé tendre*

La comparaison des abondances moyennes montre que les variétés de blé tendre sont divisées en deux groupes (**Fig. 22 A, C**), le 1^{er} groupe est formé par la variété Arz avec une moyenne élevée de $5,37 \pm 15$ individus. Nous notons également que cette variété est la plus touchée par les insectes, et le 2^{ème} groupe est constitué par les autres variétés, Hd1220, Ain abid, Djemila, Djanet, R'mada et Wifak, qui sont classées par ordre décroissant (**Fig. 22 A, C**). Parmi ces variétés, les plus résistantes à la présence des insectes sont Wifak ($1,46 \pm 5,41$ individus), R'mada ($1,66 \pm 7,19$ individus) et Djenat ($1,73 \pm 9,33$ individus) (**Fig. 22 A, C**).

La cicadelle *P. alienus* occupe la 1^{ère} place avec $52,42 \pm 49,85$ individus, suivie par *H. tritici* et *S. avenae* qui ont presque la même moyenne de $47,78 \pm 14,66$ et $46,35 \pm 36,7$ individus respectivement. Nous rajoutons aussi la dominance des deux espèces, *D. cyaneus* et *C. septempunctata* avec $39,07 \pm 63,6$ et $30,07 \pm 12,59$ individus. Cependant, pour les quatre espèces, *S. graminum*, *O. melanopus*, *Oulema sp.* et *M. barbara* sont moyennement présentées avec des valeurs proches entre 10,35 et 18,28 individus (**Fig. 23**).

➤ *Selon les deux variétés et les espèces dominantes de l'orge*

Une différence significative est signalée entre les moyennes des deux variétés d'orge, Tichedrett ($5,61 \pm 20,35$ individus) et El-Fouara ($3,43 \pm 11,27$ individus). Ces deux variétés se trouvent dans le même groupe, mais la 1^{ère} variété est plus peuplée par les insectes par rapport à la 2^{ème} variété (**Fig. 22 A, D**).

D. cyaneus a une moyenne très élevée sur l'orge $167 \pm 74,95$ individus par rapport aux autres espèces. La 2^{ème} espèce *O. melanopus* a une valeur de $23 \pm 1,41$ individus. Les moyennes des espèces *Hylemya sp.*, *M. barbara*, *Andrenosoma sp.* et *T. pallidiventris* sont très proches avec $19,5 \pm 6,36$; $18,5 \pm 26,16$; $17 \pm 7,07$ et $15,5 \pm 9,19$ individus respectivement. En plus, nous citons que les deux espèces *H. tritici* et *C. paludosa* ont la valeur de $12,5 \pm 17,68$ individus, suivies des moyennes de *C. albicans theryi* ($11,5 \pm 14,85$ individus) et de *C. septempunctata* ($10,5 \pm 7,78$ individus) qui sont presque proche (**Fig. 23**).

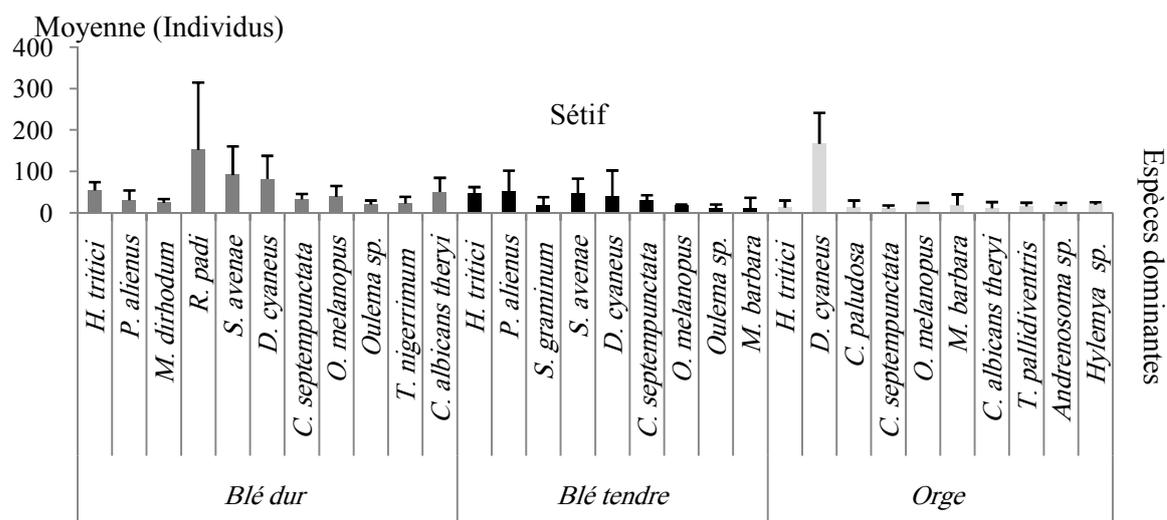


Figure 23 : Effet moyen des espèces sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés pour chaque culture céréalière dans la zone de Sétif.

✓ **Comparaison des moyennes des insectes selon les variétés dans la zone d'El-Khroub**

La comparaison de l'ensemble de toutes les variétés étudiées dans cette zone indique que les deux variétés de blé tendre, Anforita et Hd1220 représentant les variétés les moins résistantes à l'infestation des insectes. En plus, les quatre variétés de blé dur Bousselam, Gtadur, Cirta, Vitron et Waha avec les deux variétés de blé tendre, Arz, Anapo et les deux variétés d'orge "Tichedrett et Saida" ont des valeurs très proches et aussi existent dans le même intervalle des moyennes entre 4,2 et 4,8 individus. En revanche, nous enregistrons que seulement les trois variétés Barberousse, Ain-Abid et Simeto sont les moins accueillantes pour les insectes (**Fig. 24 A, B, C**).

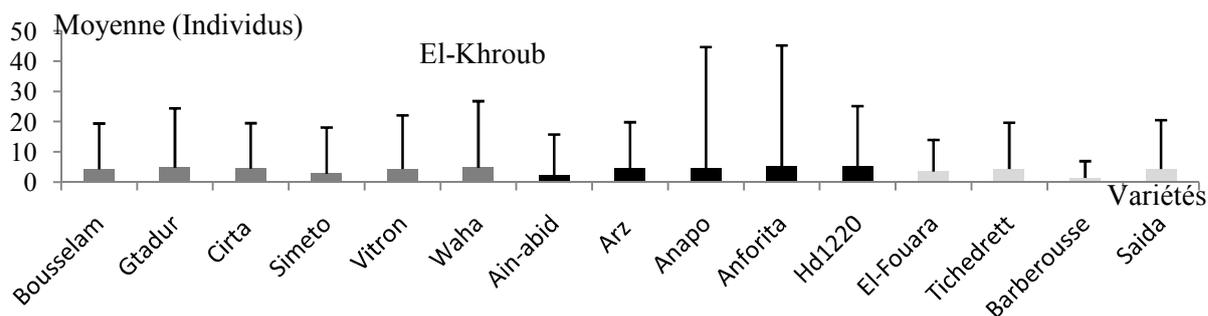
Nous constatons que l'effet variété est non significatif dans la zone d'El-Khroub, donc il n'existe pas des différences significatives entre les différentes variétés des trois cultures.

➤ **Selon les variétés et les espèces dominantes de blé dur**

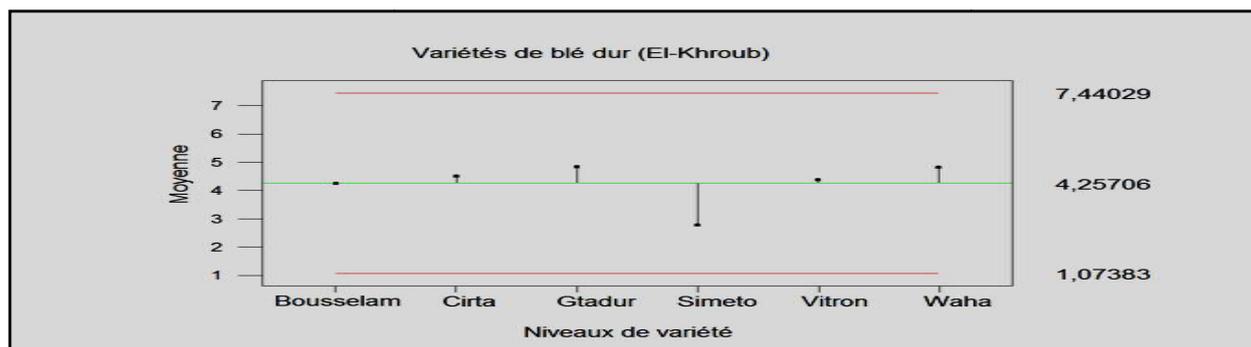
Les deux variétés Gtadur et Waha ont la même moyenne de 4,80 individus. Aussi, les variétés Cirta, Vitron et Bousselam ont presque la même moyenne entre 4,2 et 4,5 individus, mais Simeto est la seule variété qui a une valeur faible de $2,78 \pm 15,33$ individus. Ces moyennes sont très proches qui expliquent la présence d'un seul groupe (**Fig. 24 A, B**).

Le puceron *S. avenae* a une moyenne supérieure de $166,92 \pm 53,02$ individus, suivi par *O. melanopus* ($92,42 \pm 32,15$ individus) et *A. nigricornis* ($81 \pm 49,93$ individus). *M. dirhodum* et *D. cyaneus* ont presque une moyenne identique de $38,33 \pm 27,87$ et $37,17 \pm 25,25$ individus respectivement. Ainsi, nous signalons le même cas pour les deux espèces *C. septempunctata* et *Oulema sp.* avec une moyenne presque de 29,5 individus. La valeur inférieure pour ces espèces a été signalée par *T. pallidiventris* avec $22,67 \pm 13,64$ individus (**Fig. 25**).

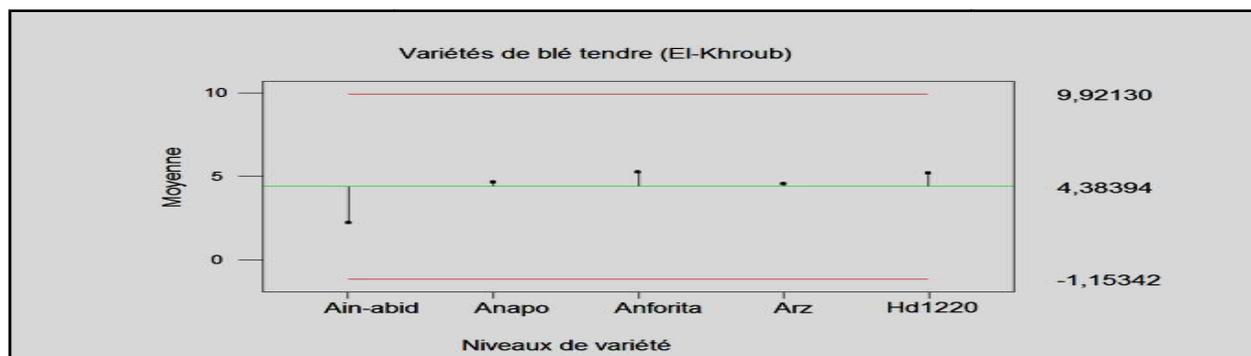
A)



B)



C)



D)

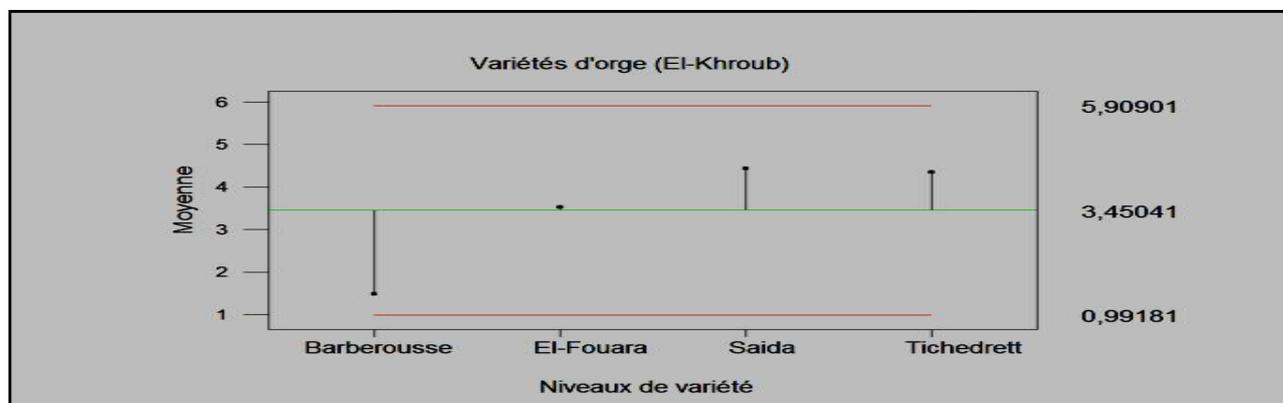


Figure 24 : Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne des insectes et leur écart-type pour les cultures céréaliers étudiées dans la zone d'El-Khroub. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) : Variétés de Blé dur ; C) : Variétés de Blé tendre ; D) : Variétés d'Orge.

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de blé tendre*

Nous observons le même cas sur les variétés de blé tendre, Anforita et Hd1220 ont la même moyenne de 5,2 individus. Aussi, Arz et Anapo enregistrent la même valeur de 4,6 individus. Seulement Ain-Abid reste la variété la moins touchée par les insectes avec $2,24 \pm 13,54$ individus (**Fig. 24 A, C**).

L'espèce *S. avenae* est plus fréquente que les autres espèces avec $276,3 \pm 172,73$ individus. Nous notons en 2^{ième} position, les deux espèces *O. melanopus* et *A. nigricornis* qui ont des moyennes proches avec $49 \pm 16,77$; $45,3 \pm 61,49$ individus, suivies par *H. tritici*, *C. septempunctata*, *M. dirhodum* et *D. cyaneus* avec $24,9 \pm 14,35$; $22,8 \pm 11,11$; $19 \pm 12,76$ et $16,1 \pm 12,28$ individus. Les deux pucerons *S. graminum* et *S. maydis* ont la même moyenne de 14,2 individus. Aussi, nous classons la coccinelle aphidiphage *H. (Adonia) variegata* en dernière position par rapport à ces espèces avec $12,9 \pm 11,11$ individus (**Fig. 25**).

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de l'orge*

Nous notons la même valeur de moyenne 4,4 individus pour les deux variétés d'orge, Saida et Tichedrett, suivies par la variété El-Fouara avec $3,52 \pm 10,52$ individus. Alors que Barberousse est la moins abritée par les insectes ($1,49 \pm 5,51$ individus) (**Fig. 24 A, D**).

L'espèce *T. pallidiventris* est dominante sur la culture d'orge avec $57,75 \pm 74,47$ individus, suivie par *M. dirhodum* et *S. avenae* qui ont des moyennes de $55,87 \pm 23,36$; $46,62 \pm 47,49$ individus respectivement. Les deux espèces *O. melanopus* ($37,62 \pm 17,21$ individus) et *D. cyaneus* ($34,25 \pm 24,51$ individus) ont des moyennes proches. Pour les moyennes des trois espèces *T. nigerrimum*, *A. nigricornis* et *Elaphropyza sp.* sont moyennement présentées avec $19,62 \pm 15,79$; $16 \pm 11,51$ et $14,25 \pm 14,22$ individus). La faible moyenne a été enregistrée chez l'espèce *M. barbara* avec $9,5 \pm 19$ individus (**Fig.25**).

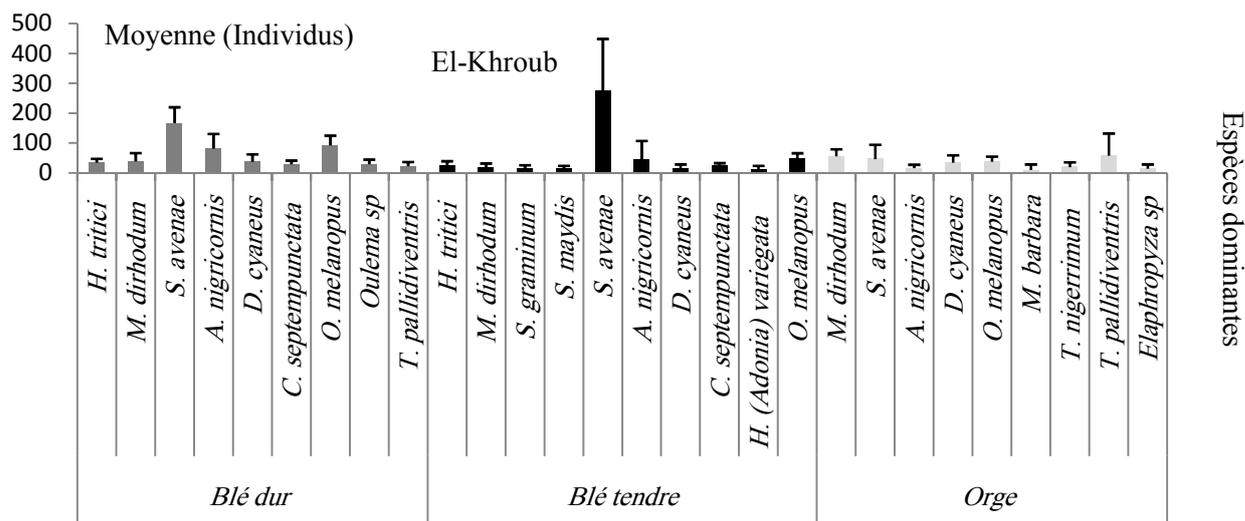


Figure 25 : Effet moyen espèce sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés pour chaque culture céréalière étudiée dans la zone d'El-Khroub.

✓ **Comparaison des moyennes des insectes selon les variétés dans la région des Hautes plaines**

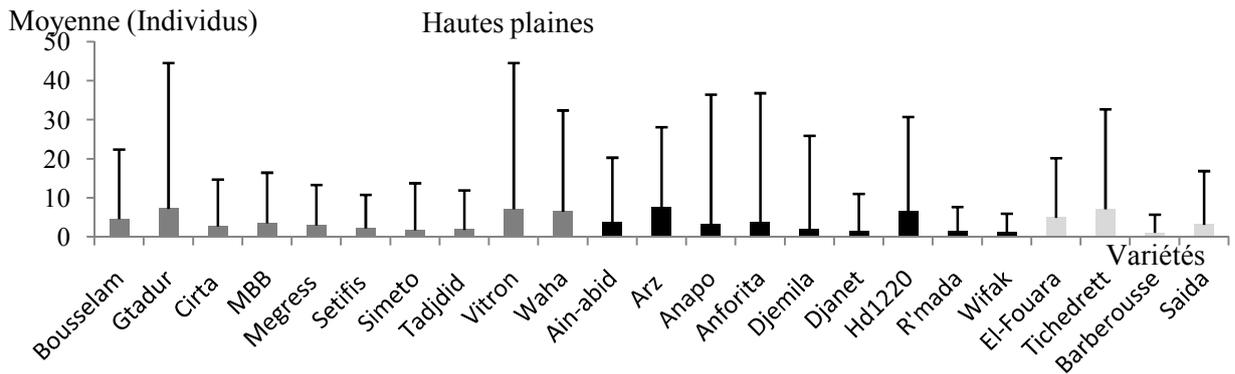
Pour l'ensemble de toutes les variétés, nous signalons que Gtadur, Vitron, Arz et Tichedrett ont des moyennes qui dépassent 7 individus et sont les plus touchées par les insectes (**Fig. 26 A**). Suivies par Waha et Hd1220 qui ont la même valeur. Alors que les variétés Barberousse, Wifak, R'mada, Djanet, Djemila, Simeto et Tadjdid ont des moyennes qui ne dépassent pas 1,9 individus. Ces variétés sont les plus résistantes aux attaques des insectes par rapport aux autres (**Fig. 26A**).

➤ **Selon les variétés et les espèces dominantes de blé dur**

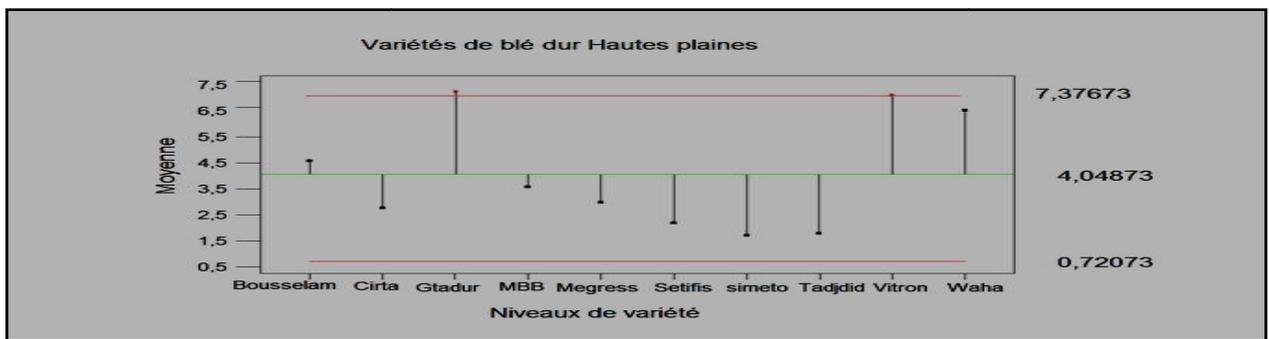
Les variétés de blé dur Gtadur, Viton et Waha sont les plus sensibles aux insectes avec des abondances moyennes de $7,25 \pm 37,34$; $7,11 \pm 37,47$ et $6,52 \pm 245,92$ individus respectivement, mais le 1^{er} groupe est formé uniquement par les deux premières variétés (**Fig. 26 A, B**). Alors que les variétés locales Bousselam, Cirta, MBB, Megress, Setifis, Simeto et Tadjdid constituent le 2^{ième} groupe et sont les moins touchées par les insectes, mais les deux dernières variétés sont résistantes à la présence des insectes (**Fig. 26 A, B**).

Les deux pucerons *S. avenae* et *R. padi* sont les plus dominantes $173,52 \pm 129,72$; $126,8 \pm 159,91$ individus, suivis par *D. cyaneus* et *O. melanopus* avec des moyennes proches avec $87,97 \pm 62,33$; $86,92 \pm 64,74$ individus respectivement. En plus, les deux espèces *H. tritici* et *A. nigricornis* respectivement ont des moyennes assez dominantes $64,15 \pm 32,15$; $60,47 \pm 60,88$ individus, et le même cas pour *C. septempunctata* et *M. dirhodum* avec $43,85 \pm 22,56$; $42,63 \pm 36,7$ individus respectivement, et même pour ces trois espèces *Oulema sp.*, *T. pallidiventrtris* et *P. alienus* ($34,13 \pm 18,67$; $28 \pm 21,33$; $26,27 \pm 23,13$ individus) respectivement. Les quatre autres espèces ont des moyennes entre 14,93 et 20,43 individus (**Fig. 27**).

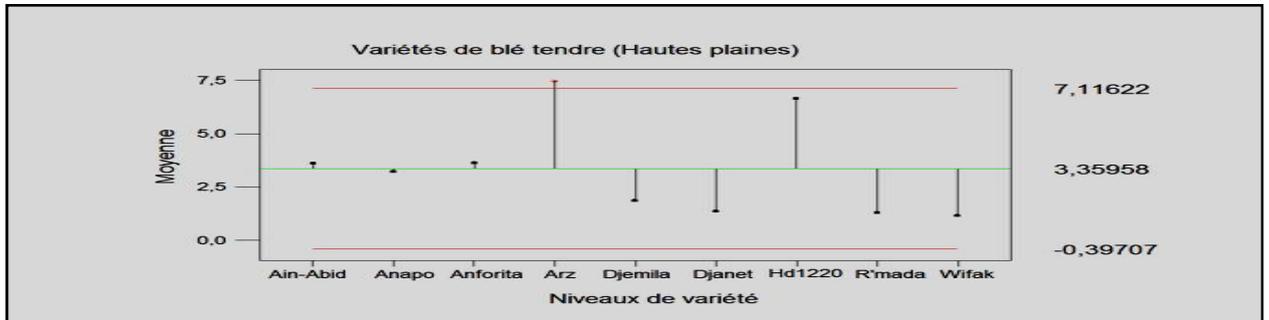
A)



B)



C)



D)

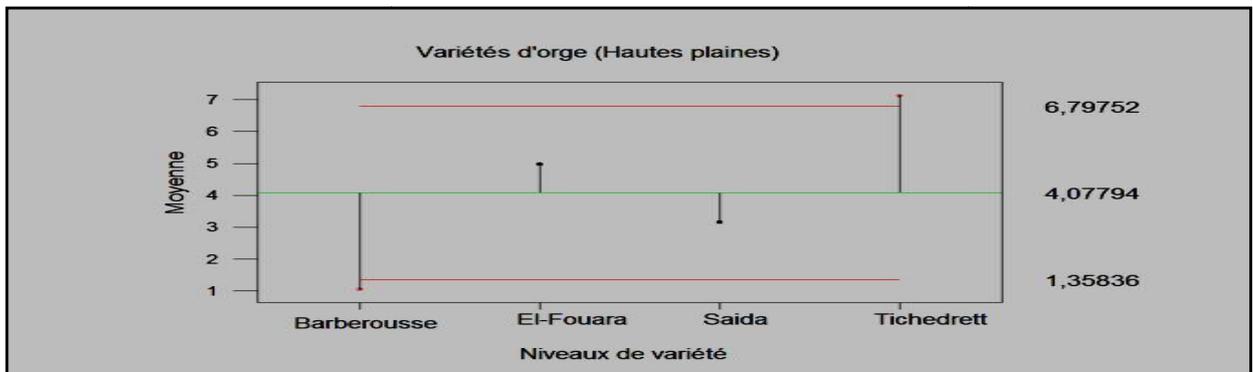


Figure 26 : Effet moyen de variété sur l'abondance moyenne et leur écart-type des insectes pour les cultures céréalières étudiées dans la région des Hautes plaines. A) L'ensemble de toutes les variétés ; B) : Variété de Blé dur ; C) : Variété de Blé tendre ; D) : Variété d'Orge.

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de blé tendre*

La variété Arz est la plus accueillante des insectes avec une moyenne de $7,45 \pm 20,71$ individus, comparée aux autres variétés et cette variété forme le 1^{er} groupe. Les huit autres variétés constituant le 2^{ième} groupe (**Fig. 26 A, C**). Malgré que la variété Hd1220 a une valeur supérieure de $6,65 \pm 24,09$ individus par rapport aux variétés du 1^{er} groupe, mais elle est classée dans le 2^{ième} groupe avec des variétés qui ne dépassent pas 1,87 individus comme Wifak, R'mada, Djanet et Djemila avec des moyennes de $1,15 \pm 4,84$; $1,31 \pm 6,42$; $1,36 \pm 8,31$ et $1,87 \pm 9,69$ individus respectivement (**Fig. 26 A, C**).

Le puceron *S. avenae* est le plus fréquent avec $189,56 \pm 164,02$ individus, suivi par *H. tritici* avec $51 \pm 24,37$ individus. Alors que *P. alienus* et *O. melanopus* ont une moyenne identique de 40,8 individus. De plus, les deux espèces ont des moyennes proches *D. cyaneus* et *C. septempunctata* ($39,89 \pm 68,44$; $36,06 \pm 12,53$ individus) respectivement, c'est le même cas signalé pour *A. nigricornis* ($28,83 \pm 56,71$ individus) et *S. graminum* ($22,06 \pm 19,05$ individus). Les trois autres espèces sont notées par des moyennes faibles par rapport aux autres espèces (**Fig. 27**).

➤ *Selon les variétés et les espèces dominantes de l'orge*

Le classement des variétés d'orge montre l'existence de trois groupes, le 1^{er} groupe se forme par la variété Barberousse qui est la plus résistante à la présence des insectes avec une faible abondance de $1,06 \pm 4,69$ individus. Alors que Tichedrett est la plus touchée par les insectes avec une abondance moyenne de $7,12 \pm 25,61$ individus qui se compose le 2^{ième} groupe (**Fig. 26 A, D**). En revanche, le 3^{ième} groupe est constitué par les deux autres variétés, El-Fouara et Saida, sont moyennement infestées par les insectes avec des valeurs de $4,97 \pm 15,25$ et $3,16 \pm 13,75$ individus respectivement (**Fig. 26 A, D**).

Nous constatons une différence dans le classement des espèces sur l'orge par rapport aux autres cultures. Nous trouvons que *D. cyaneus* $117,75 \pm 128,6$ individus est la plus dominante, suivie par *T. pallidiventris*, *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *S. avenae* qui ont des moyennes respectivement de $65,5 \pm 70,22$; $57,63 \pm 26,17$; $49,13 \pm 15,92$; $48,13 \pm 47,1$ individus. Aussi, les espèces *T. nigerrimum* ($22,63 \pm 18,99$ individus) et *A. nigricornis* ($20,5 \pm 15,47$ individus) sont enregistrées par des moyennes proches. Les deux autres espèces ont été notées par des moyennes faibles, mais presque semblables (**Fig.27**).

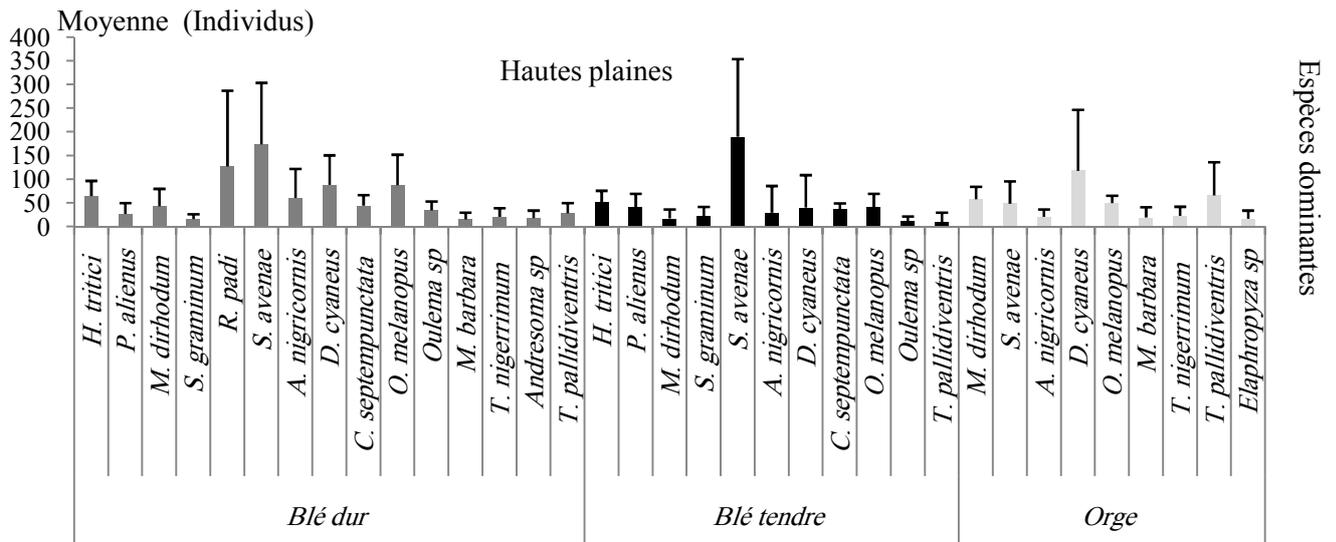


Figure 27 : Effet moyen espèce sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes pour l'ensemble des variétés de chaque culture céréalière étudiée dans la région des Hautes plaines

D'après les données de l'analyse de variance et la comparaison des moyennes, nous notons que les 6 ; 5 et 4 variétés de blé dur, blé tendre et orge respectivement dans la zone d'El-Khroub ont aucun effet signalé entre les variétés de chaque culture seule. D'une autre manière, les variétés de chaque culture abritent presque le même groupe d'espèces d'insectes (richesse et abondance). Par contre, les variétés de chaque culture dans la zone de Sétif et la région des Hautes plaines ont un effet significatif entre elles. Nous pouvons expliquer cette différence entre les variétés par le choix des insectes de leurs plantes hôtes, ces derniers préfèrent une variété par rapport à l'autre. Les effets de la diversité des plantes sur les phytophages et la phytophagie se répartissent le long d'un *continuum* entre résistance et susceptibilité par association, ces deux concepts décrivant respectivement la réduction ou au contraire l'augmentation des dégâts causés par les phytophages avec la diversité des plantes dans les communautés végétales (Castagneyrol, 2012).

La comparaison des moyennes des insectes entre les variétés communes dans les deux zones d'étude révèle que la variété Bousselam, Waha et Hd 1220 sont les plus touchées dans la zone d'El-Khroub comparées à Sétif. Les trois variétés Gtadur, Vitron et Tichedrett ont le même état de sensibilité dans ces deux zones. Par contre Arz est classée comme une variété préférée des insectes dans la zone de Sétif, mais pas à El-Khroub. Ainsi que les deux variétés Ain-Abid et El-Fouara sont les moins attaquées dans ces deux zones d'étude.

La chimie des plantes joue un rôle majeur dans la reconnaissance des plantes via la détection des substances chimiques volatiles qui sont représentées par les substances allélochimiques, émises

par les plantes (Bernays & Chapman, 1994). En effet, les substances allélochimiques peuvent être spécifiques des taxons, et les insectes ont souvent la capacité de distinguer ces odeurs parmi d'autres. Les insectes phytophages sélectionnent leur hôte par des repères gustatifs (Visser, 1986).

Nous constatons toujours la présence des mêmes espèces d'insectes les plus dominantes en moyennes sur l'ensemble des variétés de chaque culture. Nous signalons les espèces ravageuses comme *S. avenae*, *R. padi*, *M. dirhodum*, *S. graminum*, *S. maydis*, *O. melanopus*, *Oulema sp.*, *H. tritici*, *P. alienus* et *M. barbara*.

Les quatre espèces *C. septempunctata*, *H. (Adonia) variegata*, *T. pallidiventris* et *Elaphropyza sp.* sont mentionnées comme des prédatrices des insectes. De plus, les cinq espèces *D. cyaneus*, *A. nigricornis*, *T. nigerrimum*, *C. albicans theryi* et *Hylemya sp.* sont classées soit comme des espèces visiteurs des céréales ou des ravageuses de ceux-ci.

2.5.3.4. Selon l'effet variété commune et l'effet zone

Vu que notre étude a été réalisée dans deux zones (Sétif et El-Khroub) et vue que les variétés étudiées ne sont pas les mêmes dans ces deux Zones, dans cette analyse, nous avons exposé seulement les variétés communes entre ces deux zones. Les variétés de blé dur (Waha, Bousselam, Gtadur et Vitron), les variétés de blé tendre (Arz, Ain-Abid et Hd1200) et les variétés d'orge (El-Fouara et Tichedrett).

L'analyse de la variance montre que l'ensemble des effets étudiés variété commune, zone et interaction (V. x Z.) sont non significatifs sur l'abondance moyenne des insectes pour les trois cultures étudiées.

2.5.3.5. Selon l'effet variété commune et l'effet espèce

Les résultats de la variance enregistre que l'effet espèce est très hautement significatif pour ces trois cultures, mais l'effet interaction (Esp. x V.) est non significatif dans ces mêmes cultures. Par contre, l'effet variété commune est non significatif dans les deux cultures, de blé dur et d'orge, mais significatif pour le blé tendre (**Tab. 44**).

Tableau 44 : Analyse de la variance à deux effets étudiés (espèce et variété commune) sur l'abondance moyenne des insectes pour chaque culture céréalière. Espèce : Esp. ; Variété : V.

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèce	245	419419	1712	6,97	< 0,001 ***
	Effet Variété commune	3	772	257	1,05	0,370
	Effet Interaction (Esp. x V.)	735	120195	164	0,67	1,000
	Erreur	984	241605	246		
Blé tendre	Effet Espèce	189	103464	547	4	< 0,001 ***
	Effet Variété commune	2	860	430	3,15	0,044 *
	Effet Interaction (Esp. x V.)	378	23671	63	0,46	1,000
	Erreur	570	77963	137		
Orge	Effet Espèce	157	64635	412	3,75	< 0,001 ***
	Effet Variété commune	1	213	213	1,93	0,165
	Effet Interaction (Esp. x V.)	157	9931	63	0,58	1,000
	Erreur	316	34732	110		

Ce résultat indique que les différences entre les différentes moyennes des variétés communes étudiées de la culture de blé dur et d'orge non significatives, malgré qu'il existe des différences entre les moyennes de ces variétés (**Fig. 28**). Nous enregistrons que Bousselam et El-Fouara sont les plus faibles avec $2,68 \pm 10,84$; $2,67 \pm 9,65$ individus respectivement. Ainsi que Gtadur et Tichedrett ont des moyennes les plus élevées avec $4,25 \pm 23,17$; $3,83 \pm 15,93$ individus (**Fig. 28**). Par contre dans le blé tendre, nous trouvons une différence significative entre les variétés, malgré que les moyennes de ces variétés Arz, Hd1220 et Ain-Abid ($3,9 \pm 13,73$; $3,48 \pm 15,36$ et $1,89 \pm 11,12$ individus) respectivement sont très proches (**Fig. 28**).

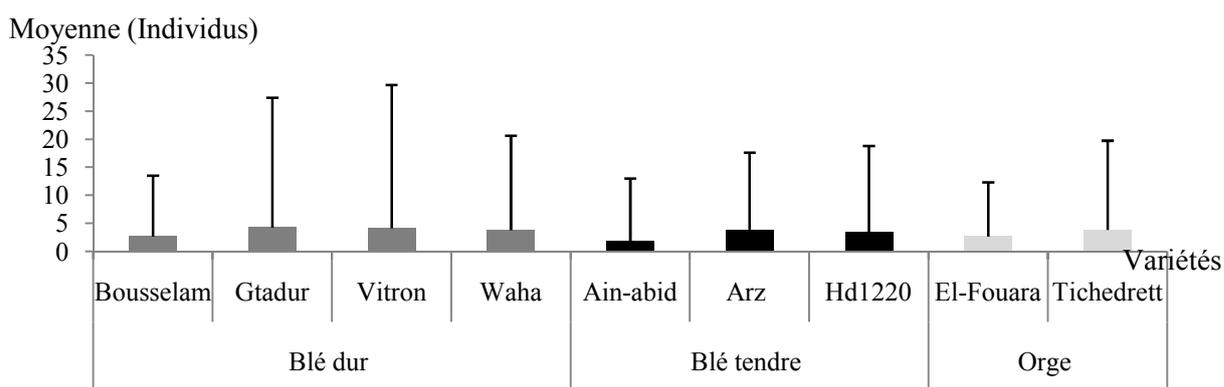


Figure 28 : Effet moyen sur l'abondance moyenne et leur écart-type des variétés communes des trois cultures dans les deux zones d'étude.

La comparaison des moyennes des espèces les plus dominantes dans les variétés communes des trois cultures montre que *S. avenae* ($145,13 \pm 80,53$ individus), *R. padi* ($113,44 \pm 184,3$ individus) et *O. melanopus* ($74,71 \pm 40,75$ individus) sont les plus abondantes sur le blé dur. En revanche, les quatre espèces *S. avenae*, *D. cyaneus*, *P. alienus* et *A. nigricornis* ont des moyennes les plus élevées sur le blé tendre avec $84,17 \pm 74,84$; $54,58 \pm 61,79$; $42,25 \pm 61,92$ et $42,17 \pm 55,18$ individus respectivement.

Par contre sur l'orge, l'espèce *D. cyaneus* occupe la 1^{ière} place avec une moyenne de $108 \pm 82,51$ individus, suivie par les deux pucerons *M. dirhodum* ($37,25 \pm 40,29$ individus) et *S. avenae* ($35,63 \pm 54,83$ individus) (Fig. 29). Nous notons également que la moyenne de *M. dirhodum* est la même dans le blé dur et l'orge, mais elle est faible sur blé tendre avec $19,92 \pm 11,59$ individus. Aussi, le criocère *O. melanopus* a des moyennes importantes sur le blé tendre $37,42 \pm 24,78$ individus et sur l'orge $27,13 \pm 15,67$ individus, mais nous constatons que la culture de blé dur est plus accueillante par cette espèce (Fig. 29).

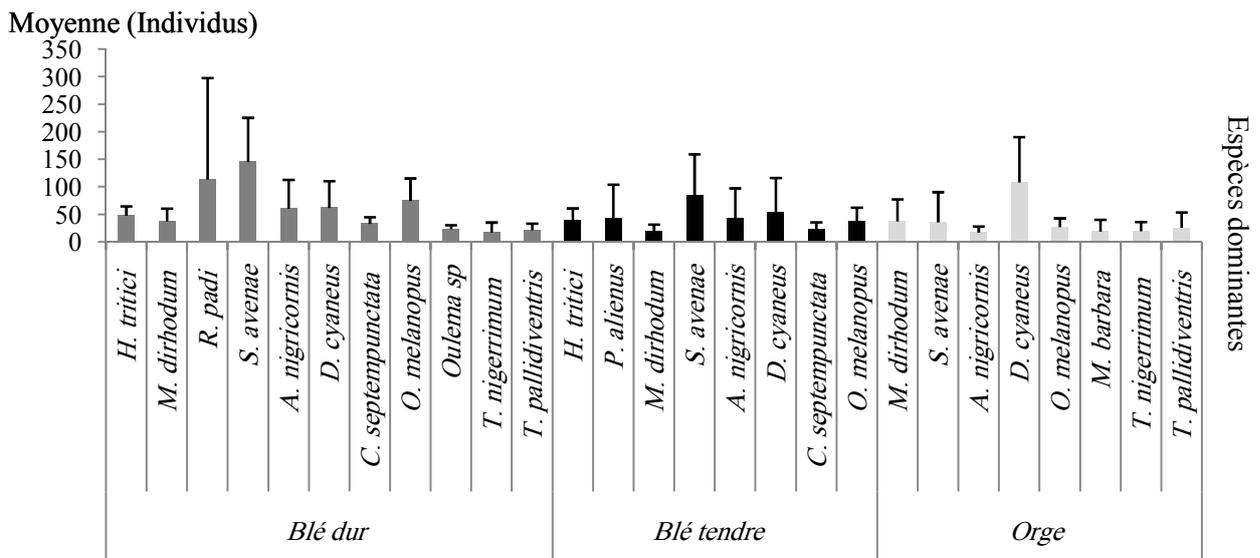


Figure 29 : Effet moyen sur l'abondance moyenne et leur écart-type des espèces dominantes des trois cultures dans les deux zones d'étude.

T. nigerrimum et *T. pallidiventrus* ont des moyennes élevées sur l'orge par rapport au blé dur, mais ces deux mêmes espèces sont absentes dans l'intervalle des espèces les plus fréquentes pour le blé tendre (Fig. 29). Concernant les deux espèces *H. tritici* et *C. septempunctata* qu'existent avec des valeurs importantes uniquement dans les deux cultures, blé dur et blé tendre. De plus, nous signalons que *Oulema sp.* et *M. barbara* ont des valeurs de $23,25 \pm 6,96$ et $18,75 \pm 21,65$ individus respectivement, la 1^{ière} espèce se trouve sur le blé dur et la 2^{ième} espèce sur l'orge (Fig. 29).

Les moyennes d'*A. nigricornis* et de *D. cyaneus* sont élevées et proches sur le blé dur, et ainsi sont dominantes sur le blé tendre, mais la 1^{ière} espèce a une valeur faible de $16,88 \pm 11,12$ individus sur l'orge par rapport aux deux autres cultures (**Fig. 29**).

D'après les analyses de la variance et la comparaison des moyennes, l'effet zone "Sétif et El-Khroub" est non significatif pour les variétés communes des trois cultures. Nous pouvons expliquer cet effet par l'existence de ces deux zones dans le même étage bioclimatique et elles partagent presque les mêmes conditions climatiques. Selon leurs résultats de Currie (1991), les facteurs climatiques ne décrivent pas la diversité biologique à l'échelle locale et régionale, comme le suggèrent de nombreux auteurs. Les variables liées au climat semblent significatives lorsqu'il s'agit d'un petit groupe d'espèces, essentiellement homogène (Maciejowski & Skalski, 2006).

Par ailleurs, nous trouvons que l'effet variété commune (**Tab. 44**) est significatif uniquement pour les variétés de blé tendre Arz, Hd1220 et Ain-Abid par rapport aux autres variétés communes. Dans ce cas, nous pouvons interpréter cela le fait que les espèces d'insectes sur ces variétés communes sont différentes (non homogènes) en richesse et en effectif dans les deux zones d'étude. La présence d'une structure spatio-temporelle à une échelle où les facteurs de l'environnement sont statistiquement homogènes n'est pas pour nous étonner : les variations quantitatives et qualitatives des peuplements sont largement dépendantes de phénomènes internes, historiques et dynamiques (Frontier, 1983).

Chapitre III : Bio-écologie des espèces d'intérêt agricole recensées dans les cultures céréalières des Hautes plaines de l'Est algérien

1. Classement des espèces déprédatrices suivant le degré de nuisibilité

Dans ce contexte, nous présentons la liste des espèces d'insectes signalées déprédatrices sur la majorité des cultures céréalières comme : blé dur, blé tendre, orge, triticale, avoine, maïs et seigle. Les données présentées dans le **Tableau (45)** ont permis de mieux montrer nos espèces inventoriées selon leur classement comme des ravageurs primaires et secondaires, suivant nos résultats et la bibliographie. Nous nous basons, pour dresser cette liste, sur notre point de vue d'estimation de la dynamique des populations de ces espèces ravageuses selon leur fréquence d'abondance et fréquence d'occurrence de chacune.

L'intérêt agricole que mentionne cette liste (**Tab.45**) est de préciser quelles sont les espèces ravageuses les plus fréquentes et persistantes sur les trois cultures céréalières dans les Hautes plaines ? Et aussi afin de mieux contrôler ces espèces avant qu'elles provoquent des épidémies sur nos céréales. Dans notre cas, nous n'avons pas noté l'importance des dégâts de chaque espèce, car il faut dresser d'abord la liste des espèces ravageuses par ordre d'importance avant de pouvoir étudier et suivre leurs dégâts. En plus la notation visuelle des dégâts, au niveau des champs, reste indispensable pour rendre compte la distinction entre les espèces responsables de ceux-ci. D'une autre manière, nous ne pouvons pas estimer les dommages de chaque espèce au niveau des champs, parce qu'il existe un chevauchement et un rapprochement des symptômes de la majorité de ces espèces ravageuses.

Les résultats de notre étude indiquent la présence de 21 espèces déprédatrices distribuées en 6 ordres et 12 familles. Ces espèces sont signalées selon leur statut trophique comme des phytophages qui jouent un rôle dans la destruction de quelques tissus et / ou de la plante complète de certaines cultures céréalières en Algérie et dans le monde. Selon Miller (1993), les plantes vivantes sont intensivement exploitées par les insectes, notamment par les phytophages. Presque toutes les espèces de plantes sont associées à quelques espèces d'insectes en tant que consommateurs de leurs feuilles, racines, tiges, fleurs ou graines. Le mode d'alimentation comprend la sève, la mastication de petites particules dans la plante ou la consommation des parties entières de la plante.

Selon les données de la bibliographie, nous donnent deux types de classement des insectes ravageurs dans les agro-écosystèmes :

- ✓ Dans les agro-écosystèmes, Ratnadass (2007) qualifie de primaires les ravageurs majeurs, et de secondaires ceux de moindre importance. A la faveur d'applications d'insecticides mal

raisonnées, ces ravageurs secondaires peuvent voir leur statut changer et devenir des ravageurs majeurs. S'ils sont moins affectés par les traitements insecticides que les ravageurs primaires, ou si c'est surtout leur cortège d'auxiliaires qui en est le plus affecté. Cole & Wilkinson (1983) confirment que l'utilisation des insecticides, en particulier ceux ayant un large spectre d'activité, peut réduire les nombres et la diversité des Arthropodes trouvés dans les cultures céréalières.

- ✓ Le deuxième type de classement des espèces ravageuses est signalé par Ujagir & Oonagh (2009) suivant les dommages provoqués sur une culture. Les insectes causant moins de 5 % de dommages ne sont pas considérés comme nuisibles, mais qu'ils causent des dommages entre 5 et 10 % sont considérés comme des ravageurs mineurs et ceux qui causent des dommages supérieurs à 10 % sont considérés comme des ravageurs majeurs. Il est donc très difficile d'estimer le taux exact de dommages causés par nos insectes ravageurs.

Dans notre cas, nous avons utilisé la première classification de ravageurs primaires et secondaires, car nous n'avons pas calculé les taux de dommages de chaque espèce sur les cultures étudiées.

Parmi les 21 espèces mentionnées dans cette liste (**Tab. 45**), le tiers de ces ravageurs primaires sont représentés par les sept espèces de pucerons appartiennent à la famille Aphididae. Parmi les insectes nuisibles, 29 espèces de pucerons infestent les cultures de blé (Geza, 2000 in Ali & Ali, 2015). En plus, Blackman & Eastop (2007) montrent que 14 espèces de pucerons ont été signalées parmi les ravageurs les plus sérieux en agriculture, telles que : *Rhopalosiphum maïdis*, *Rhopalosiphum padi* et *Schizaphis graminum*, *Diuraphis noxia* et *Sitobion avenae* sont des ravageurs les plus dominants des cultures céréalières (Schotzko & Bospue-Perez, 2000 ; Blackman & Eastop, 2007).

En absence de cultures céréalières, ces aphides peuvent persister sur la flore spontanée sous forme de femelles parthénogénétiques durant toute l'année. Ils sont considérés actuellement comme des ravageurs de première importance (Barahoei & *al.*, 2010). Car ces aphides sont des vecteurs de plusieurs virus sur céréales, tels que le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV), le virus de la mosaïque du blé (SWMV) et le virus de la mosaïque jaune du blé (WYMV) qui sont les plus importants virus dans les pays en développement. Cependant, la maladie de jaunisse nanisante de l'orge (BYDV) est classée comme la maladie virale la plus répandue et la mieux connue (Haggag, 2013).

Tableau 45 : Liste systématique des espèces d'insectes déprédatrices recensées dans l'ensemble des cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans les Hautes plaines.

Ravageur primaire : RP. ; Ravageur secondaire : RS.

Ordres	Familles	Espèces	RP.	RS.
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)		+
	Pamphagidae	<i>Ocneridia volxemii</i> (Bolivar, 1878)		+
	Acrididae	<i>Calliptamus barbarus barbarus</i> (O.G. Costa, 1836)		+
Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Haplothrips tritici</i> (Kurdjumov, 1912)	+	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	+	
	Aphididae	<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov, 1913)	+	
		<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849)	+	
		<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	+	
		<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	+	
		<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852)	+	
		<i>Sipha maydis</i> (Passerini, 1860)	+	
<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1794)	+			
Heteroptera	Pentatomidae	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	+	
		<i>Carpocoris mediterraneus</i> (Tamanini, 1958)	+	
	Scutelleridae	<i>Eurygaster maura</i> (Linnaeus, 1758)	+	
		<i>Eurygaster sp.</i> (Laporte de Castelnau, 1833)	+	
Coleoptera	Elateridae	<i>Agriotes sordidus</i> (Illiger, 1807)	+	
	Chrysomelidae	<i>Oulema melanopus</i> (Linnaeus, 1758)	+	
		<i>Oulema sp.</i> (Gozis, 1886)	+	
Hymenoptera	Cephalidae	<i>Trachelus tabidus</i> (Fabricius, 1775)	+	
	Mymaridae	<i>Messor barbara</i> (Linnaeus, 1767)	+	

En revanche, nous constatons que seulement les trois espèces d'Orthoptères *T. viridissima*, *O. volxemii* et *C. barbarus barbarus*, sont des ravageurs secondaires, car elles sont des herbivores polyphages, et nous pouvons justifier ce classement par les travaux de quelques auteurs. Les insectes phytophages présentent un large éventail de spécificités vis-à-vis de leurs plantes hôtes, allant des espèces qui se nourrissent d'une seule plante (monophage), d'un genre ou d'une famille (oligophage) à celles qui sont hautement polyphages et se nourrissent de plusieurs familles de plantes (Carver & al., 1991 in Mateos & al., 2018).

La sauterelle *T. viridissima* est répandue en Europe, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient (Szövényi, 2002). *T. viridissima* est une espèce polyphage et la zone la plus gravement touchée est généralement la région sud de l'Europe, où elle attaque des cultures de blé, d'orge, de coton, de maïs, de soja, de luzerne, de légumineuses, de tournesol, de pomme de terre et de tabac, elle préfère même les cultures fruitières et ornementales (Nagy, 1988 ; Antonatos & al., 2013 ; Ovsyannikova & Grichanov, 2015).

La deuxième espèce *C. barbarus* est un acridien largement répandu dans les pays du bassin méditerranéen et leurs îles (Larrosa & al., 2008). Sur 25 familles végétales dénombrées sur le terrain, 12 seulement font partie du spectre trophique de *C. barbarus*. Les Poacées et les Astéracées sont les plus fortement consommées et constituent respectivement 30,7 et 26,4 % de l'ensemble de l'alimentation (Benzara & al., 2003). Les mêmes auteurs ont signalé que les Poacées sont les plus consommées. Leur taux de consommation élevé pourrait provenir du fait que, dans le bioclimat humide de la station de Taza (Jijle), la végétation graminéenne demeure verte assez longtemps, contrairement à ce qui se passe dans les bioclimats arides et semi-arides.

Le pamphagide *O. volxemii* une espèce très commune au Nord de l'Afrique 'Maroc et Algérie' (Massa, 2013). Bounachada & Doumandji (2003) signalent que *O. volxemii* a une attirance vers les Poaceae, ce qui indique que cette espèce peut causer des dégâts importants sur les cultures céréalières, notamment sur le blé dur et l'orge dans les Hautes plaines Sétifiens. En plus, Bounachada & al. (2011) confirment que parmi les espèces les plus fréquentes qui compose l'alimentation de ce pamphagide par ordre décroissant sont : *Aegilops triuncialis*, *Lolium multiflorum*, *L. rigidum*, *Avena alba* et *A. sterilis*, *Bromus sterilis*, *B. rubens*, *L. perenne*. Benkenana (2013) rajoute que *O. volxemii* a un régime alimentaire intermédiaire entre ambivore et graminivore.

Concernant l'étude de Habtewold & Landin (1992) en Ethiopie entre 1986-1988 sur les ravageurs de céréales montre que les deux espèces *Aiolopus thalassinus*, *Acrotulyis patruelis* sont communes dans les quatre localités d'échantillonnage. *A. thalassinus* et d'autres espèces d'*Aiolopus*

deviennent de plus en plus importantes en tant que ravageurs des cultures céréalières, étant capables de s'adapter de l'habitat des prairies naturelles aux zones cultivées (Hollis, 1968).

En revanche, dans notre cas, ces deux espèces d'Orthoptères sont inventoriées, mais elles ne sont pas classées comme des ravageurs des céréales, car nous les avons capturé uniquement dans les pièges trappes, aussi elles ont des fréquences d'abondance très faibles, ne dépassent pas 0,13 % (**Tab. 20**) et en plus leur fréquence d'occurrence se situe entre très accidentelle et accidentelle. Cependant, il est également important d'avoir une mesure de la densité de la population (nombre d'individus/ m²) des espèces d'Orthoptères, et de la température moyenne de l'environnement favorable de leur développement, afin de réaliser une estimation précise de leurs dommages sur cultures (Hewitt & Onsager, 1983).

1.2. Comparaison qualitative entre les espèces ravageuses des céréales dans plusieurs inventaires réalisés en Algérie et à l'étranger

Suite à la comparaison avec les six études algériennes sur les insectes ravageurs des céréales, notre liste est la plus riche en ces espèces suivie par Kellil (2011) avec une différence en nombre de 3 espèces. En plus, les listes des ravageurs de Madaci (1991) et Chaabane (1993) sont assez riches en espèces comparées à nous. Nous pensons que l'étage bioclimatique semi-aride des Hautes plaines (Sétif et Constantine) et même de la région de Batna est favorable au développement des espèces ravageuses des céréales par rapport à la région d'Alger. Malgré que Mohand-Kaci (2001) et Berchiche (2004) ont suivi un protocole d'échantillonnage durant toute une année avec une diversité des techniques (**Tab.18**), mais ils ont noté un nombre faible des ravageurs, car l'échantillonnage des insectes est réalisé seulement sur le blé tendre et aussi ils n'ont pas appliqué la technique d'échantillonnage des insectes par l'examen de la plante hôte. En revanche, le nombre de ravageurs est limité dans l'étude de Hadj-Zouggar (2014) à Sétif, car il a arrêté l'échantillonnage dès la première semaine du mois de mai (**Tab.18**).

L'absence de l'espèce *Geotrogus deserticola* dans nos champs des céréales échantillonnés durant les trois années d'étude pourrait être expliquée par le cycle de cette espèce qui est programmée pendant chaque trois années. Selon Dajoz (2003), les larves de hanneton âgées de trois ans attaquent les larves plus jeunes et empêchent leur développement. Cette forme de compétition directe explique pourquoi dans une région toutes les larves ont le même âge et pourquoi les imagos n'apparaissent que toutes les trois années.

Tableau 46 : Liste des espèces ravageuses des céréales recensées dans quelques études réalisées en Algérie.

Auteurs	Nombre total des ravageurs	Ravageurs des céréales	Nombre d'espèces communes avec le présent travail
Madaci (1991)	14	<i>R. maïdis</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>S. avenae</i> , <i>Eurygaster austriaca</i> , <i>Aelia germari</i> , <i>Limothrips cerealium</i> , <i>Geotrogus deserticola</i> , <i>Zabrus distinctus</i> , <i>Agriotes discusus</i> , <i>Oulema hoffmannseggii</i> , <i>Cephus pygmaeus</i> , <i>Mayetiola destructor</i> .	5 espèces de pucerons et 3 genres : <i>Eurygaster</i> , <i>Agriotes</i> et <i>Oulema</i>
Chaabane (1993)	10	<i>C. barbarus</i> , <i>Dociostaurus marocanus</i> , <i>Aelia germari</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>Oulema sp.</i> , <i>Geotrogus deserticola</i> , <i>Cephus pygmaeus</i> , <i>M. barbara</i> , <i>Haplothrips sp.</i>	5 espèces et le genre <i>Haplothrips</i>
Mohand-Kaci (2001)	6	<i>C. barbarus</i> , <i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>R. padi</i> , <i>O. melanopus</i> et <i>M. barbara</i>	Toutes les espèces sauf <i>S. fragariae</i>
Berchiche (2004)	2	<i>S. avenae</i> et <i>M. barbara</i>	Les deux espèces
Kellil (2011)	19	<i>Tettigonia sp.</i> , <i>O. volxemii</i> , <i>C. barbarus</i> , <i>Eurygaster maurus</i> , <i>E. maroccanus</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>Haplothrips sp.</i> , <i>Aelia acuminata</i> , <i>A. rostrata</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>O. melanopus</i> , <i>T. tabidus</i> et <i>M. barbara</i>	12 espèces et les 2 genres : <i>Tettigonia</i> , <i>Haplothrips</i> et <i>Eurygaster</i>
Hadj-Zouggar (2014)	6	<i>Ocneridia sp.</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. avenae</i> , <i>Eurygaster sp.</i> , <i>O. melanopus</i> , <i>M. barbara</i>	4 espèces et les genres <i>Ocneridia</i> et <i>Eurygaster</i>

En outre, nous comparons notre liste des espèces ravageuses avec des données sur les ravageurs des autres études réalisées dans les cultures céréalières aux différentes régions dans le monde :

- ✓ Sur le blé tendre dans l'Arabie Saoudite et durant deux campagnes agricoles successives (1986/1987 et 1987/1988), El-Haget & El-Meleigi (1991) ont déterminé au total 38 espèces

ravageuses potentielles, distribuées sur 14 familles et 8 ordres. Parmi ces espèces, trois noctuelles enregistrées pour la première fois dans son pays. Des prospections post-semis ont confirmé que les trois espèces *S. graminum*, *R. padi* et plus une nouvelle espèce de mineuse des céréales du genre *Agromyza* (Agromyzidae) ont été classées comme des principaux ravageurs du blé dans cette région. Ce dernier ravageur a dominé pendant la phase de semis. Nous constatons que ces deux espèces de pucerons et aussi la famille Agromyzidae sont signalées dans notre étude, mais cette famille a été signalée durant le stade épiaison.

- ✓ Gallo & Pekār (1999) ont recensé au total 37 taxons d'organismes nuisibles, 36 ont été enregistrés en 1995, 32 en 1996 et seulement 20 en 1997. Cependant, l'effet de la variation temporelle sur la richesse en taxons suivait un schéma différent d'une année à une autre. Nous indiquons que nos espèces déprédatrices communes avec les espèces dans l'étude de Gallo & Pekār (1999) sont quatre : *Haplothrips tritici*, *Eurygaster maura*, *Psammotettix alienus* et *Oulema sp.*. Ils ont noté l'absence totale des espèces de pucerons, car ils les ont réservé pour une autre étude. Par contre, ils ont déterminé en plus d'autres espèces que le notre comme les deux espèces de Chrysomelidae : *Oulema lichenis*, *O. galleciana* et quatre espèces de la famille Agromyzidae : *Agromyza ambigua*, *A. intermittens*, *A. luteitarsis*, *A. megalopsis*, et aussi deux espèces de Cicadellidae : *Limotettis sp.* et *Marosreles laevis*. Les espèces de ces trois familles Chrysomelidae, Agromyzidae et Cicadellidae pourraient exister dans notre cas lorsque nous approfondirons la détermination jusqu'à l'espèce.
- ✓ Khamraev & Davenport (2004) ont signalé une grande perte de rendement du blé due aux insectes nuisibles et d'autres ravageurs dans deux zones en Karakalpakstan. Environ 130 espèces d'insectes nuisibles ont été enregistrées sur le blé. Parmi les insectes associés à cette culture, il existe des taxons polyphages qui sont parmi les plus nuisibles : les criquets, les sauterelles, les grillons et les noctuelles du navet. En plus, les punaises à grain *Eurygaster sp.*, la mouche suédoise *Oscinella frit*, les deux espèces d'altise de la tige *Chaetocnema hortensis*, *C. aridula* et *Meloe xanthomelas*. Aussi, *Cephus pygmaeus*, *H. tritici* et *S. graminum*, *D. noxia*. Nous indiquons que la punaise du genre *Eurygaster*, le thrips, les deux espèces de pucerons, et aussi les espèces d'Orthoptères sont présentent dans notre liste des ravageurs des céréales (**Tab. 45**).
- ✓ En Allemagne, Gaafar & Volkmar (2010) ont enregistré des insectes ravageurs de blé d'hiver durant les années 2007, 2008 et 2009, à l'aide des trois méthodes qui sont des pièges à phéromone, examen des insectes sur talles et des pièges à eau. Ils ont recensé quatre espèces, deux cécidomyies : *Sitodoplosis mosellana*, *Contarinia tritici*, et deux thrips : *Limothrips*

cerealium, *H. tritici*. Une seule espèce commune avec nos résultats qui est ce dernier thrips (Tab.45).

- ✓ Păuneț (2010) a cité les insectes ravageurs des céréales qui provoquent plusieurs problèmes dans la région Husi-Vaslui en Mordovie qui sont 19 espèces: *Zabrus tenebrioides* (Carabidae) ; *O. melanopus*, *Chaetocnema aridula* et *Phyllotreta vittula* (Chrysomellidae) ; *Anoxia villosa*, *Melolontha melolontha*, *Anisoplia austriaca*, *A. segetum*, *A. agricola*, *Rhizotrogus aequinoctialis* et *Amphimallon solstitialis* (Scarabaeidae); *Agriotes obscurus*, *A. lineatus* et *A. ustulatus* (Elateridae) ; *Opatrum sabulosum* (Tenebrionidae); aussi les espèces *Cephus pygmaeus*, *H. tritici*, *S. graminum* et *R. maidis*, et même les espèces des deux genres *Eurygaster* et *Aelia*. D'après ces données, nous notons uniquement trois espèces communes et les deux genres communs à nos résultats.
- ✓ Malschi & al. (2015) en Roumanie ont signalé les principaux ravageurs du blé qui sont : le thrips *H. tritici*, les pucerons *S. avenae*, *S. graminum*, *R. padi*, *M. dirhodum*, les cicadelles *Javesella pellucida*, *P. alienus*, *Macrosteles laevis*, les punaises *E. maura*, *Aelia acuminata*, l'altise *Chaetocnema aridula*, le criocère *O. melanopus*, et 3 espèces pour chacune des deux familles des Diptères Chloropidae et Anthomyiidae. Comparativement avec nos données, nous remarquons que Malschi & al. (2015) ont déterminé 18 espèces déprédatrices. Parmi l'ensemble de ces espèces, ils ont trouvé quelques espèces qui sont les mêmes que les notre, telles que : le thrips, les pucerons, en plus de la cicadelle *P. alienus* et la punaise *E. maura* et le criocère. Les ravageurs des Diptères signalés par ces auteurs sont abondants, mais nous avons enregistré le contraire pour ce groupe, aucune espèce appartenant à cet ordre a été signalée dans notre liste (Tab.45). Nous pouvons dire que nos espèces déterminées : *Cicadellidae sp. ind.* et *Anthomyiidae sp. ind.* pourraient représenter l'une des espèces ravageuses des céréales marquées par ces auteurs.
- ✓ En Ouganda, Macharia & al. (2016) révèlent l'existence de plusieurs ravageurs de blé tendre. Parmi ces ravageurs recueillis, ils citent par ordre d'importance décroissant, les pucerons des céréales *D. noxia*, *S. graminum*, le thrips *H. tritici*, et les deux espèces Lépidoptères telles que les foreurs de tiges *Sesamia calamistis*, les foreurs de gousses *Helicoverpa armigera*, et aussi les termites *Marcotermes sp.*.

D'après la comparaison entre nos espèces déprédatrices et les espèces ravageuses signalées en Algérie et dans le monde, nous concluons la présence d'une richesse en nombre d'espèces dans notre cas par rapport à la majorité des études comparées. Mais, nous signalons l'absence totale des espèces déprédatrices de l'ordre des Diptera, malgré que cette ordre contient plusieurs espèces nuisibles sur céréales. Les Diptères, les aphides, les cicadelles et les thrips sont les principaux

Arthropodes nuisibles du blé (Malschi, 2003 in Abbas & *al.*, 2014), mais les principales espèces ravageuses susceptibles de réduire les rendements en blé sont les mouches cécidomyies et les thrips (Bruce & *al.*, 2007).

En plus, nous enregistrons une différence en nombre et en nature d'espèce dans notre étude et dans chaque étude comparée, car plusieurs facteurs pourraient intervenir dans cette distinction tels que : l'étage bioclimatique, changement climatique durant ces dernières années dans la majorité des régions du monde, le type de la culture de céréales et leurs variétés résistantes ou sensibles, les techniques culturales pratiquées sur les céréales 'l'apport des engrais, les traitements par des insecticides, l'irrigation', le rôle des cultures et des végétaux adjacents comme des réservoirs des insectes ravageurs, aussi la période et les techniques d'échantillonnage appliquées pour la capture des insectes ravageurs.

Selon Grima & *al.* (1993), au cours des trois dernières décennies, ils ont observé plusieurs épidémies sporadiques du blé en Inde par les attaques des ravageurs, tant du point de vue du nombre d'insectes que de leur sévérité. Tout cela s'est produit en raison du remplacement complet des anciennes variétés hautes par des variétés naines à haut rendement et des changements considérables dans les techniques agricoles impliquant des apports d'engrais plus élevés et l'irrigation a conduit à des changements dans le complexe de ravageurs du blé. Aussi, Rosenheim & *al.* (1997) déconseillent l'application des traitements chimiques qui sont susceptibles d'affecter la faune utile et entraînent aussi l'apparition de résistances chez les ravageurs.

1.3. Analyse et comparaison entre les pucerons ravageurs des céréalières dans plusieurs régions

Nous avons résumé dans le **Tableau (47)**, les résultats de 15 travaux réalisés, plus notre étude, sur les pucerons en parcelles des cultures céréalières, comme 'des blés dur ; des blés tendre ; des orges ; des avoines ; des seigles et des maïs', soit en Algérie où à l'étranger. Nous avons donné l'importance à ce groupe d'espèces, car les aphides sont considérés comme des déprédateurs d'une grande importance agronomique et économique.

Blackman & Eastop (2000) ont noté que les pucerons sont parmi les ravageurs des cultures les plus importants au monde, avec 50 à 100 espèces d'importance économique. Ces pucerons peuvent causer des pertes de 35 à 40 % en suçant la sève des plantes (Rossing & *al.*, 1994).

Les études de Kellil (2011) et Mekaoussi (2015) ont signalé les 7 mêmes espèces de pucerons ravageurs des céréales '*R. padi*, *R. maïdis*, *S. graminum*, *M. dirhodum*, *D. noxia*, *S. avenae* et *S. fragariae*', par contre dans le présent travail, nous avons enregistré le même nombre et les mêmes pucerons ravageurs, à l'exception de *S. fragariae* qui a été remplacé par *S. maydis* (**Tab. 47**).

Les pucerons des céréales sont des insectes nuisibles majeurs et également sont les principaux ravageurs suceurs de sève élaborée du blé dans le monde (Wanjama, 1990 ; Schmidt & al., 2003 ; Wang & al., 2015), en privant la plante des nutriments, en injectant des toxines dans les plantes avec la salive pendant la nourriture (Ma & al., 1990 ; Dedryver & al., 2010), ce qui se traduit par un enroulement et une chlorose des feuilles et donc un retard de croissance (Akhter & Khaliq, 2003).

Parmi les espèces les plus importantes de pucerons des céréales signalées comme ravageurs du blé et de l'orge sont les suivantes: *S. graminum*, *S. avenae*, *R. padi*, *M. dirhodum*, *D. noxia* (Hein & al., 1996 ; Schotzko & Bospue-Perez, 2000 ; Macharia & al., 2016), aussi des espèces qui vivent sur les parties aériennes de plusieurs céréales comme : *R. maidis* (Moreau & Leclant, 1977 ; Hein & al., 1996 ; Macharia & al., 2016) , *S. fragariae* (Moreau & Leclant, 1977), et *S. maydis* (Blackman & Eastop, 2007).

Nous constatons que les deux pucerons *S. avenae* et *R. padi* sont les plus répandus dans ces études par rapport aux autres pucerons, mais ces deux espèces sont absentes dans l'étude de Chaabane (1993), ainsi la 1^{ière} et la 2^{ième} espèce n'existent pas respectivement dans l'étude de Macharia & al. (2016) et de Berchiche (2004) (**Tab.47**). En outre, les deux aphides *M. dirhodum* et *S. graminum* sont absents dans les quatre études réalisées en Algérie, Chaabane (1993), Mohand-Kaci (2001), Berchiche (2004) et Hadj-Zouggar (2014), ainsi cette 2^{ième} espèce n'est pas signalée en Serbie par Petrović (1996) (**Tab.47**). Leclant (1974) ; Schmidt & al. (2003) rajoutent que dans les agro-écosystèmes européens, les trois espèces de pucerons des céréales *S. avenae*, *R. padi* et *M. dirhodum* sont connues sous le nom d'organismes nuisibles. Ces trois espèces de pucerons sont considérées dangereuses pour l'orge et l'avoine (Chansigaud & al., 1986). En plus, le puceron *S. graminum* a été le premier puceron introduit dans les principales zones de production de blé d'hiver en Amérique du Nord, il a des impacts économiques significatifs sur la production du blé (Blackman & Eastop, 2007).

Les deux aphides, *R. maidis* et *D. noxia* ont n'été pas signalés dans les études de Mohand-Kaci (2001), Berchiche (2004), Tomanović & al. (2008), Hadj-Zouggar (2014) et Malschi & al. (2015), aussi cette 2^{ième} espèce n'existe pas dans les deux études de Madaci (1991) et Chaabane (1993). Nous pensons que *R. maidis* préfère d'autres type de céréales que le blé, car la plupart de ces études ont été effectuées sur blé. Le puceron du maïs est commun dans les pays chauds tels que les régions tropicales et subtropicales de l'Afrique et de l'Asie. En France, il n'est nuisible que dans le bassin méditerranéen (Bonnemaison, 1962 ; Appert & Deuse, 1982). Cette espèce se développe sur les tiges, la face supérieure des feuilles du maïs et du sorgho et parfois de l'orge et du seigle (Chan & al., 1991).

Tableau 47 : Liste des espèces aphidiennes déprédatrices des céréales recensées dans quelques études affectées en Algérie et à l'étranger dans les agro-écosystèmes céréaliers.

Auteurs	Régions	Nombre d'espèce /culture	Espèces aphidiennes ravageuses des céréales
Madaci (1991)	Constantine	Blé dur : 5 Blé tendre : 5	<i>S. avenae</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>M. dirhodum</i>
Chaabane (1993)	Batna	Blé dur : 3 Blé tendre : 2 Orge : 3	<i>R. maïdis</i> (mais il est absent sur blé tendre)
Petrović (1996)	Serbie	Céréales : 7	<i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>R. padi</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>Metopolophium festucae</i> , <i>D. noxia</i> , <i>S. maydis</i>
Mohand-Kaci (2001)	Alger	Blé tendre : 12	<i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>R. padi</i>
Berchiche (2004)	Alger	Blé tendre : 3	<i>S. avenae</i>
Kellil (2006)	Constantine	Blé dur : 37	<i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i>
Tomanović & al. (2008)	Serbie	Blé et seigle : 4	<i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i>
Kellil (2011)	Hautes plaines	Blé dur : 17 Blé tendre : 23 Orge : 18	<i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i>
El-Heneidy & Adly (2012)	Egypte	Céréales (blé, orge, maïs) : 11	<i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i> , <i>S. avenae</i> , <i>D. noxia</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>Anoecia corni</i> , <i>Geoica phaseoli</i> , <i>G. spatulata</i> , <i>Tetranrura aegyptiaca</i>
Hadj-Zouggar (2014)	Sétif	Blé dur : 3 Blé tendre : 2 Avoine : 2	<i>S. avenae</i> et <i>R. padi</i>
Malschi & al. (2015)	Roumanie	Blé : 4	<i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>S. graminum</i>
Mekaooussi (2015)	Batna	Blé dur : 11	<i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i>
Macharia & al. (2016)	Kenya et Ouganda	Blé tendre : 5	<i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i>
Macharia & al. (2017)	Afrique de l'est	Blé et orge : 6	<i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i>
Boukhris-Bouhachem & al. (2018)	Tunisie	Blé : 14 Orge : 14	<i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>Rhopalosiphum rufulum</i> , <i>S. avenae</i> , <i>S. fragariae</i> , <i>Sipha maydis</i> , <i>S. elegans</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>M. festucae</i> , <i>Geoica utricularia</i> , <i>Forda marginata</i> , <i>F. formicaria</i>
Présent travail	Hautes plaines	Blé dur : 23 Blé tendre : 18 Orge : 15	<i>S. avenae</i> , <i>M. dirhodum</i> , <i>R. padi</i> , <i>R. maïdis</i> , <i>S. graminum</i> , <i>D. noxia</i> , <i>S. maydis</i>

Aussi, nous expliquons l'absence de *D. noxia* dans ces études suite aux résultats de Miller & al. (1993), qui indiquent que la période idéale de l'attaque des céréales par cette espèce coïncide avec la prolongation de la durée de sécheresse. En plus cette espèce était mal connue en Algérie avant 1993. Les études de Miller & al. (1993) ont noté que plus de 200 ha de blé ont été complètement infestés par le puceron *D. noxia* près de Sétif en 1989, aussi les mêmes auteurs ont signalé la présence de cette espèce en 1991 dans des parcelles cultivées en céréales à Constantine. En plus, Vandenberg (1996) déclare que depuis l'introduction de *D. noxia* aux États-Unis en 1986, les pertes économiques cumulatives dues à cette espèce étaient d'environ un milliard de dollars.

Par ailleurs, *S. fragariae* est présente dans les 5 études suivantes : Petrović (1996), Mohand-Kaci (2001), Kellil (2011), Mekaoussi (2015) et Boukhris-Bouhachem & al. (2018). En 1998, des populations élevées de *S. fragariae* ont été observées sur blé tendre dans la région de Blida ; c'est en effet le cas pour *S. fragariae* qui est un vecteur efficient du virus BYDV en Algérie, alors qu'en Europe et en Amérique, cette espèce ne joue aucun rôle dans l'extension de la maladie (Belkahla, 2001). Cette espèce pourrait être préférée les graminées sauvages que des céréales cultivées. Selon Remaudière & al. (1985) *S. fragariae* est présente en Afrique de Sud sur le genre *Bromus*.

En outre, *M. festucae* et *S. maydis* se trouvent uniquement dans les résultats de Petrović (1996) et Boukhris-Bouhachem & al. (2018), et cette 2^{ème} espèce existe aussi dans le présent travail. *M. festucae* est parmi les espèces aphidiennes qui vivent sur les parties aériennes des céréales (Moreau & Leclant, 1977). Concernant la présence de *S. maydis* qui a une relation avec le type de climat, car Kellil (2011) a réalisé l'inventaire dans la même région d'étude que nous, mais il n'a pas trouvé cette espèce. Dans les climats plus secs, hors du nord-ouest de l'Europe, *S. maydis* peut constituer un ravageur important sur le plan économique pour toutes les cultures de céréales (Blackman & Eastop, 2000).

Nous marquons que dans les deux régions 'Egypte en 2012 et Tunisie en 2018', 5 espèces aphidiennes spécifiques pour chaque région qui attaquent les céréales, dans la 1^{ère} région, ils ont trouvé : *R. rufiabdominalis*, *Anoecia corni*, *Geoica phaseoli*, *G. spatulata* et *Tetraneura aegyptiaca* sur le blé, l'orge et le maïs. Pour la 2^{ème} région, ils ont enregistré sur le blé et l'orge les espèces suivantes : *R. rufulum*, *S. elegans*, *Geoica utricularia*, *Forda marginata* et *F. formicaria* (**Tab.47**).

Selon Wanjama (1990) ; Schmidt & al. (2003) ; Wang & al. (2015), les pucerons des céréales peuvent entraîner des pertes de rendement massives. Ils peuvent indirectement endommager les céréales, en transmettant le virus de la jaunisse nanisante de l'orge 'BYDV', qui entraînent tous les deux des pertes de rendement (Wangai & al., 2000). Leur importance relative en tant que ravageurs / vecteurs varie considérablement d'une région à une autre, les pertes se situent entre 1 et 100 % (Macharia & al., 1997) ou 20 à 80 % par transmission des maladies fongiques et virales (Rossing &

al., 1994). Wangai & *al.* (2000) ont signalé des pertes de rendement de 47 % dues au BYDV, chez le blé.

Nous rajoutons également que la majorité de ces études (**Tab. 47**) ont été réalisées durant les stades de développement des céréales d'hiver. La période idéale pour l'échantillonnage des pucerons des céréales est le printemps lorsque ces plantes sont en pleine activité végétative, cette activité pourrait influencer l'abondance et le développement de ces espèces. Au printemps, Russell (1978) in Papp & Esterházy (1993) signalent que les infestations abondantes de pucerons peuvent tuer les jeunes plants de blé, mais généralement, c'est l'alimentation des pucerons qui entraîne une croissance médiocre des racines et une réduction du nombre de talles. Ils peuvent également réduire la masse, le rendement en grain et la qualité de mille grains (Ba-Angood & Stewart, 1980 in Papp & Esterházy, 1993). Selon Douglas (1993), la période de présence de ces espèces sur une plante est généralement courte. Pour se reproduire, les pucerons sont en effet tributaires de la croissance des végétaux et plus précisément de la concentration en azote de la sève élaborée. Papp & Esterházy (1993) affirment aussi que le niveau de perte de rendement est en corrélation avec le nombre de pucerons et le stade de croissance des plantes.

Les travaux cités dans le **Tableau (47)** ne traitent pas l'élément 'seuil de nuisibilité' des espèces aphidiennes dans les champs des céréales, car les objectifs de ces études étaient l'identification et (ou) le classement des pucerons comme ravageurs des céréales suivant leur fréquence d'abondance. Kolbe (1970) déclare que la présence d'un effectif compris entre 46 et 67 pucerons par talle justifie un traitement chimique. Latteur & Moens (1980) estiment le seuil économique de nuisance des pucerons des céréales à un minimum de 10 pucerons en moyenne par talle qui peut provoquer une perte de rendement de 170 Kg/ha. Gaston & Lawton (1988) dénotent que les seuils économiques sont de 500 individus/ 100 talles pour les pucerons des céréales, et une densité de population supérieure au seuil économique est un signe du succès de la colonisation des ravageurs.

Nous concluons que les espèces de pucerons recensées dans ces études (**Tab.47**) sur les différentes cultures céréalières, montrent que la présence des espèces est très variable dans la même région, d'une région à une autre, d'une culture à l'autre. Parmi les conditions qui interviennent dans la diversité de ces espèces, nous citons : le choix de la plante hôte par le puceron (blé, orge, avoine,...), la présence des graminées sauvages comme des hôtes primaires ou secondaires dans ces régions, ainsi que le climat qui est favorable ou non favorable pour la dynamique des aphides.

2. Fréquence d'abondance (%) des espèces déprédatrices recensées selon leur stade de développement

2.1. Zone de Sétif

Suivant la FA % totale pour chaque espèce déprédatrice des cultures céréalières, nous avons divisé ces espèces en 3 différents groupes et nous classons ces espèces par ordre décroissant pour chaque culture.

➤ Le 1^{er} groupe avec des FA % > 10 % se compose de 6 espèces (**Tab. 48**) :

- ✓ Sur les céréales : *R. padi*, *S. avenae*, *H. tritici* et *P. alienus*
- ✓ Sur le blé dur : *R. padi*, *S. avenae*, *H. tritici*
- ✓ Sur le blé tendre : *S. avenae*, *H. tritici* et *P. alienus*
- ✓ Sur l'orge : *O. melanopus*, *M. barbara* et *H. tritici*

L'espèce commune à toutes ces cultures est *H. tritici*, malgré qu'elle occupe la 2^{ème} place chez le blé tendre et la 3^{ème} place pour les trois autres cultures. Concernant les FA % des stades biologiques de ces espèces, nous avons enregistré que les FA % des adultes sont supérieures aux FA % des larves, à l'exception des deux espèces *S. avenae* et *O. melanopus* où nous avons noté le cas contraire.

La FA % d'*H. tritici* est supérieure sur le blé tendre (19,32 %), et avec la même valeur de 13,35 % sur le blé dur et l'orge. Leurs adultes sur toutes ces cultures sont entre 80 et 89,35 %, par contre les larves ne dépassent pas 20 % (**Tab. 48**).

S. avenae et *R. padi* sont respectivement les plus dominants sur le blé tendre et le blé dur avec des FA % de 21,37 et 25,14 %, mais sur l'orge, ces deux pucerons ont presque les mêmes FA % de 3,21 et 3,24 %. Les adultes de *R. padi* ont des FA % supérieures que les larves, mais nous avons signalé le cas contraire pour *S. avenae*, à l'exception de la culture d'orge qui a enregistré une absence totale des larves pour ces deux pucerons (**Tab.48**).

Sur le blé tendre la cicadelle *P. alienus* est la plus dominante avec 17,09 %, mais avec des valeurs proches sur le blé dur (7,94 %) et l'orge (6,42 %). Les adultes de cette espèce ont des valeurs supérieures de 50 % sur toutes les cultures, mais ils sont plus abondants que les larves, aussi la culture d'orge est classée en 1^{ère} place avec 91,67 % des adultes (**Tab. 48**).

M. barbara a une FA % importante sur l'orge avec 19,79 % par rapport aux autres cultures qui ont des valeurs ne dépassent pas 3,76 %. Nous enregistrons que cette fourmi a uniquement des adultes avec une valeur de 100 % sur toutes les cultures (**Tab. 48**).

- Le 2^{ième} groupe avec des FA % < à 10 % et > 5 % qui est formé de 5 espèces (**Tab. 48**) :
- ✓ Sur les céréales : *O. melanopus* et *M. dirhodum*
 - ✓ Sur le blé dur : *O. melanopus*, *P. alienus* et *M. dirhodum*
 - ✓ Sur le blé tendre : *O. melanopus* et *S. graminum*
 - ✓ Sur l'orge : *S. graminum*, *P. alienus* et *E. maura*

Nous constatons que les FA % des stades larvaires de ces espèces sont supérieures des FA % des adultes, sauf l'espèce *P. alienus* qui contient des FA % des adultes dominantes que les larves, alors que pour la punaise les valeurs des deux stades sont identiques (**Tab.48**).

Les deux pucerons *M. dirhodum* et *S. graminum* ont respectivement des FA % assez élevées sur le blé dur (5,68 %) et les céréales (5,10 %) pour le 1^{er} puceron, et sur l'orge (7,49 %) et le blé tendre (7,32 %) pour le 2^{ième} aphide (**Tab.48**).

Les FA % d'*E. maura* et le criocère du 1^{er} groupe *O. melanopus* respectivement sont dominantes sur l'orge avec 6,42 et 24,60 %. Cette punaise a un équilibre entre les larves (50 %) et les adultes (50 %) pour le blé dur et l'orge, aussi les valeurs de ces deux stades sont assez proches dans les céréales, mais les adultes sont supérieurs que les larves pour le blé tendre. Les FA % des larves du criocère sont supérieures de 67 % que les adultes (**Tab. 48**).

- Le 3^{ième} groupe avec des FA % < 5 % se compose de 14 ; 15 ; 16 et 11 espèces respectivement sur céréales, blé dur, blé tendre et orge (**Tab. 48**).

La FA % de *D. noxia* est abondante sur le blé tendre avec 3,94 %, et très faible sur l'orge avec 0,53 %, mais les valeurs sont très proches sur le blé dur (2,62 %) et les céréales (2,21 %). Les larves du puceron russe du blé ont des FA % dominantes sur les céréales, le blé dur et le blé tendre par rapport aux adultes, mais elles sont absentes sur l'orge (**Tab.48**).

L'espèce *Oulema sp.* a des FA % semblables sur le blé tendre (4,71 %), le blé dur et les céréales (4,60 %), mais sur l'orge avec 2,67 %. Sur toutes les cultures, nous signalons uniquement les larves de cette espèce avec une valeur de 100 % (**Tab. 48**).

Sur l'ensemble des cultures étudiées, *T. tabidus* est présente avec des FA % faibles et assez proches qui ne dépassent pas 1,88 %. Leurs adultes et leurs larves respectivement ont des valeurs de 100 et 0 % sur l'orge, et entre 90 à 94,44 % et 5,56 à 10 % sur les autres cultures (**Tab. 48**).

Les espèces *Eurygaster sp.* et *A. sordidus* respectivement sont dominantes sur l'orge avec 1,07 et 0,53 % que les autres cultures. Nous constatons que ces deux espèces ont uniquement des adultes avec une valeur de 100 % sur toutes les cultures (Tab.48).

Concernant les espèces *R. maidis*, *D. baccarum* et *C. mediterraneus* qui ont des FA % assez moyennes sur le blé dur comparé aux autres cultures, avec 2,10 ; 0,80 et 0,65 %. Alors que *S. maydis* a des valeurs proches sur les céréales, le blé dur et le blé tendre qui ne dépassant pas 1,43 % (Tab.48).

Tableau 48 : Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans la région de Sétif. (*) : Absence de l'espèce.

Espèces	Céréales			Blé dur			Blé tendre			Orge		
	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte
<i>T. viridistrans</i>	0,42	71,34	27,88	0,35	71	25	1,58	71,34	28,41	1,07	50	50
<i>O. volucre</i>	0,10	100	100	0,10	100	100	0,07	100	100	1,06	100	100
<i>C. barbarus</i>	1,08	89,31	18,14	0,71	89,31	100	1,28	89,31	11,14	1,07	46	50
<i>H. vittata</i>	14,07	14,08	82,31	10,20	14,08	82,31	18,32	14,08	82,31	10,27	20	50
<i>P. alienus</i>	11,14	11,14	84,88	7,94	11,14	82,31	17,88	11,14	87,88	0,65	0,10	11,07
<i>D. noxia</i>	100	100	100	100	100	100	1,04	100	100	0,05	0	100
<i>M. dirhodum</i>	1,10	11,14	18,88	1,08	11,14	18,88	1,10	11,14	18,88	1,74	17,14	11,08
<i>R. maidis</i>	1,71	87,14	10,10	2,10	87,14	10,10	0,77	87,14	4,10	*	*	*
<i>R. padi</i>	18,20	41,74	37,20	11,14	11,14	11,14	1,05	20	71	1,74	0	100
<i>S. granivora</i>	4,10	89,31	30,37	1,08	71	10	1,08	71,34	28,31	1,08	10,71	10,10
<i>S. maydis</i>	1,14	11,14	41,88	1,14	11,14	11,14	1,43	78,14	21,88	*	*	*
<i>S. avenae</i>	18,27	18,11	48,10	17,94	18,11	48,10	20,37	17,74	48,10	1,05	0	100
<i>D. baccarum</i>	0,71	11,14	71,14	0,80	17,14	71,11	0,58	0,10	81,71	*	*	*
<i>C. mediterraneus</i>	0,10	18,11	41,14	0,80	17,14	41,14	0,10	10	10	*	*	*
<i>E. mazura</i>	1,14	41,10	18,10	1,74	10	10	1,14	11,14	18,14	0,65	10	10
<i>Eurygaster sp.</i>	0,10	0	100	0,10	0	100	0,10	0	100	1,07	0	100
<i>A. sordidus</i>	0,10	0	100	0,10	0	100	0,07	0	100	0,10	0	100
<i>O. melanopus</i>	0,10	71,14	18,11	0,10	87,14	10,14	7,14	71,74	21,11	10,10	10,41	18,17
<i>Oulema sp.</i>	0,10	100	0	0,10	100	0	4,71	100	0	1,07	100	0
<i>T. tabidus</i>	1,08	100	10,07	1,08	100	100	1,08	1,08	10,08	1,07	0	100
<i>M. barbara</i>	1,71	0	100	1,74	0	100	1,62	0	100	18,74	0	100

Les quatre espèces ravageuses *R. maidis*, *S. maydis*, *D. baccarum* et *C. mediterraneus* sont absentes sur la culture d'orge. Les larves de *R. maidis* sont plus abondantes que les adultes pour les trois cultures, la culture du blé tendre est signalée avec une FA % plus élevée de 95,45 %. Aussi, les larves de *S. maydis* sont importantes comparé aux adultes sur le blé tendre (78,05 %), mais sur le

blé dur et les céréales, les deux stades ont des valeurs assez proches. Pour ces deux espèces de punaises, les FA % des adultes est fréquentes que les larves sur les trois cultures (**Tab.48**).

Les FA % des trois espèces d'Orthoptères *C. barbarus barbarus*, *O. volxemii* et *T. viridissima* sont fréquentes sur l'orge par ordre décroissant. La FA % des larves de la 1^{ière} espèce est abondante pour les céréales, le blé dur et le blé tendre, mais le cas contraire a enregistré sur l'orge avec une dominance des adultes. Sur l'orge, l'absence totale des adultes de la 2^{ème} espèce, avec uniquement la présence de 100 % des larves, par contre, un équilibre constaté entre ces deux stades pour les autres cultures. La FA % des larves de la dernière espèce est la même que les adultes sur l'orge avec 50 %, mais sur les autres cultures, les larves ont des valeurs supérieures, entre 70,59 et 75 % que les adultes qui ne dépassent pas 29,41 % (**Tab. 48**).

2.2. Zone d'El-Khroub

Nous avons classé les espèces ravageuses par ordre décroissant en 3 groupes, selon la FA % totale de chaque espèce déprédatrices des cultures céréalières :

- Le 1^{er} groupe avec des FA % > 10 % se compose de 3 espèces (**Tab. 49**) :
 - ✓ Sur les céréales : *S. avenae*, *O. melanopus* et *M. dirhodum*
 - ✓ Sur le blé dur : *S. avenae* et *O. melanopus*
 - ✓ Sur le blé tendre : *S. avenae* et *O. melanopus*
 - ✓ Sur l'orge : *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *S. avenae*

Les deux espèces *O. melanopus* et *S. avenae* sont communes entre toutes les cultures. Ce criocère occupe la 2^{ème} place sur l'ensemble des cultures étudiées, alors que le puceron de l'épi positionne la 1^{ière} place sur les céréales, le blé dur et blé tendre, mais il possède la 3^{ème} place sur l'orge. Pour l'ensemble de ces trois espèces, les FA % des larves sont supérieures par rapport aux adultes (**Tab.49**).

La FA % de *M. dirhodum* sur l'orge est très dominante avec 31,46 % par rapport aux autres cultures, qui ne dépasse pas 10,89 %. Les larves de cette espèce sont importantes que les adultes sur les céréales, le blé dur et l'orge, comparé au blé tendre, c'est les adultes qui sont supérieurs. Nous avons noté le cas contraire pour le puceron *S. avenae* sur le blé tendre, la FA % est supérieure avec 61,06 %, suivi par les céréales (44,63 %), le blé dur (39,9 %) et l'orge (22,13 %). Sur l'ensemble de ces cultures, les larves sont fréquentes que les adultes avec des valeurs qui existent dans un intervalle de 60,15 et 69,35 % (**Tab.49**).

Nous avons signalé presque la même FA % d'*O. melanopus* sur l'orge (24,89 %) et le blé dur (24,42 %), en revanche, elle est assez fréquente sur le blé tendre (13,94 %). Les larves de cette espèce sont dominantes que les adultes sur toutes les cultures avec des valeurs entre 77,32 et 84,02 % (**Tab.49**).

- Le 2^{ième} groupe avec des FA % < à 10 % et > 5 % qui est formé de 3 espèces (**Tab. 49**) :
- ✓ Sur les céréales : *H. tritici*
 - ✓ Sur le blé dur : *M. dirhodum*, *H. tritici* et *Oulema sp.*
 - ✓ Sur le blé tendre : *H. tritici* et *M. dirhodum*
 - ✓ Sur l'orge : Aucune espèce

Pour les FA % des adultes de *M. dirhodum* et *H. tritici* sont supérieures que les larves, mais nous avons enregistré l'absence totale des adultes d'*Oulema sp.*. Cette dernière espèce est fréquente sur le blé dur avec 5,93 % par rapport aux autres cultures (**Tab.49**).

H. tritici a une FA % dominante sur le blé dur avec une valeur de 8,28 %, suivi par les céréales (6,64 %) et le blé tendre (6,12 %), mais elle est trop faible sur l'orge (0,86 %). En plus, les FA % des adultes sont fréquentes que les larves sur les trois cultures, mais nous signalons le cas contraire sur l'orge (**Tab.49**).

- Le 3^{ième} groupe avec des FA % < 5 % qui se constitue de 17 ; 15 ; 15 et 14 espèces respectivement sur céréales, blé dur, blé tendre et orge (**Tab. 49**).

Les FA % du puceron *S. graminum* sont assez importantes sur le blé tendre (4,09 %), l'orge (3,46 %) et les céréales (3,20 %) que le blé dur (2,61 %). Par contre *R. padi* ont des FA % faibles et assez semblables entre 1,10 et 1,96 % sur toutes les cultures. Les larves du 1^{er} puceron ont des FA % supérieures que les adultes sur toutes les cultures, mais nous avons observé le cas contraire pour le 2^{ième} puceron, avec la valeur 0 % des larves sur l'orge (**Tab. 49**).

En outre, les deux pucerons *D. noxia* et *R. maidis* sont absents sur l'orge et le blé tendre, mais ces espèces sont présentes sur les deux autres cultures avec des FA % très faibles entre 0,05 et 0,26 %. Les larves sont absentes pour le 1^{er} puceron, mais elles sont présentes avec une FA % importante que les adultes pour le 2^{ième} puceron (**Tab. 49**).

Les FA % de *M. barbara*, *S. maydis* et *A. sordidus* sont respectivement fréquentes sur l'orge (3,28 %), le blé tendre (3,39 %) et l'orge (0,78 %) par rapport aux autres cultures, mais nous avons enregistré une absence totale des larves de ces espèces (**Tab. 49**).

Dans la culture d'orge, la FA % de *T. tabidus* est de 2,59 %, mais sur les autres cultures, elle est faible avec des valeurs entre 0,90 et 1,40 %. Une absence totale des larves de cette espèce sur l'orge et le blé tendre, alors que sur les céréales et le blé dur, les FA % des adultes sont dominantes que les larves (Tab. 49).

Sur la culture d'orge, *P. alienus* a une FA % importante de 2,07 % que sur les trois autres cultures, qui ne dépasse pas 0,64 %. La FA % de leurs larves est supérieure aux adultes, sauf chez le blé tendre qui a été enregistré avec 0 % des larves (Tab. 49).

C. barbarus barbarus et *Eurygaster sp.* sont absentes sur l'orge, mais elles sont présentes sur les autres cultures avec des valeurs de FA % très faibles entre 0,03 et 0,16 %. Le stade larvaire est totalement absent pour cette punaise, alors que pour ce criquet, nous avons signalé la présence uniquement des larves (Tab. 49).

Tableau 49 : Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans la région d'El-Khroub. (*) : Absence de l'espèce.

Espèces	Céréales			Blé dur			Blé tendre			Orge		
	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte
<i>T. viridissima</i>	0,43	73,34	27,66	0,35	79	21	0,59	70,59	29,41	1,07	59	50
<i>O. volucrei</i>	0,22	22,22	77,78	0,22	40,47	59,53	0,27	30	70	1,46	100	0
<i>C. barbarus</i>	0,09	0,01	0,08	0,71	0,24	0,47	1,28	0,44	0,84	1,07	40	60
<i>H. tritici</i>	14,07	14,09	0,02	10,22	14,04	0,18	10,32	10,00	0,32	10,27	20	80
<i>P. alienus</i>	11,24	11,24	0,00	7,94	10,21	0,73	17,08	11,24	0,00	0,00	0,21	0,27
<i>D. noxia</i>	100	0,07	99,93	1,21	0,40	0,81	1,04	0,07	0,93	0,22	0	100
<i>M. dirhodum</i>	1,11	0,24	0,87	1,08	0,11	0,97	0,11	0,47	0,64	0,74	27,24	41,08
<i>R. mazzii</i>	1,71	0,28	1,43	1,28	0,22	1,06	0,77	0,40	0,37	*	*	*
<i>R. psaci</i>	10,21	40,78	30,43	0,14	0,01	0,13	0,01	20	79	0,78	0	100
<i>S. granibum</i>	4,18	0,01	4,17	1,00	79	21	7,10	7,00	0,10	7,40	0,71	0,29
<i>S. megalis</i>	1,18	10,14	41,00	1,18	0,00	0,18	1,40	70,00	30,00	*	*	*
<i>S. avenae</i>	10,27	10,11	0,16	17,04	10,00	0,04	20,27	70,78	29,22	1,21	0	100
<i>D. baccarum</i>	0,73	22,40	77,60	0,00	27,00	73,00	0,10	0,21	0,79	*	*	*
<i>C. mediterraneus</i>	0,20	10,21	40,40	0,00	27,74	72,26	0,01	10	90	*	*	*
<i>E. maura</i>	1,18	43,00	56,80	1,74	50	48	1,00	10,00	90,00	0,00	50	50
<i>Eurygaster sp.</i>	0,20	0	100	0,20	0	100	0,20	0	100	1,07	0	100
<i>A. sordidus</i>	0,10	0	100	0,10	0	100	0,17	0	100	0,10	0	100
<i>O. melanopus</i>	0,11	70,18	29,82	0,10	0,01	0,09	7,10	70,78	29,22	10,40	10,41	10,57
<i>Oulema sp.</i>	4,01	100	0	4,01	100	0	4,71	100	0	1,07	100	0
<i>T. tabidus</i>	1,40	0,21	0,19	1,00	10	90	1,00	1,20	0,80	1,27	0	100
<i>M. barbara</i>	3,73	0	100	3,70	0	100	2,62	0	100	10,79	0	100

Par contre *T. viridissima* a presque la même FA % sur l'orge (1,38 %) et le blé dur (1,30 %), les FA % des larves sont supérieures aux adultes, à l'exception sur l'orge, les adultes sont dominants que les larves. Le pamphagide *O. volxemii* a des FA % faibles sur l'orge (0,26 %), sur les céréales et le blé tendre avec la même valeur 0,10 %, mais sur le blé dur, la valeur est très faible (0,06 %). Nous remarquons l'absence des adultes sur l'orge et des larves sur le blé tendre, alors que sur les céréales et le blé dur, les FA % des adultes sont abondantes que les larves (**Tab. 49**).

Les trois espèces de punaises *D. baccarum*, *C. mediterraneus* et *E. maura* respectivement ont des FA % faibles ne dépassent pas 1 % sur l'ensemble des cultures étudiées, sauf la 1^{ière} punaise qui est absente sur le blé dur. Les adultes de la 1^{ière} punaise sont absentes sur le blé tendre, alors que les larves de la 1^{ière} et la 3^{ième} punaise sont absentes sur l'orge. En plus, sur le blé tendre, les FA % des adultes de la 2^{ième} et la 3^{ième} punaise sont fréquentes que les larves, mais nous avons enregistré le cas contraire pour le blé dur et les céréales (**Tab.49**).

2.3. Région des Hautes plaines

Concernant le classement des espèces déprédatrices qui se trouvent sur les cultures céréalières par ordre décroissant, nous les avons partagé en 3 groupes, suivant la FA % totale pour chacune de ces espèces déprédatrices sur chaque culture seule :

- Le 1^{er} groupe avec des FA % > 10 % qui se compose de 5 espèces (**Tab. 50**) :
 - ✓ Sur les céréales : *S. avenae*, *O. melanopus*, *R. padi* et *H. tritici*
 - ✓ Sur le blé dur : *S. avenae*, *R. padi*, *O. melanopus* et *H. tritici*
 - ✓ Sur le blé tendre : *S. avenae*, *H. tritici* et *O. melanopus*
 - ✓ Sur l'orge : *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *S. avenae*

Nous signalons que les deux espèces *S. avenae* et *O. melanopus* sont communes entre toutes les cultures. Ce puceron garde toujours la 1^{ière} place sur les trois cultures, mais il est classé en 3^{ième} position sur l'orge.

Le puceron *S. avenae* est l'espèce la plus répandue, abondante et nocive dans les cultures de céréales en Bulgarie. Il endommage le blé, l'avoine, l'orge, le triticale, le seigle, l'épeautre et de nombreuses autres plantes (Krusteva, 2008 in Karadjova & Krusteva, 2016).

En revanche, *O. melanopus* se trouve en 2^{ième} position sur les céréales et l'orge, et en 3^{ième} place sur les blés (**Tab. 50**). Par contre Karren (1993) dénote que le blé et l'avoine sont les plus susceptibles aux dommages causés par les espèces de criocères qui peuvent atteindre 30 à 50 %,

alors que l'orge est l'hôte de petits grains le moins préféré et sera probablement éliminer par les attaques dans la plupart des régions céréalières.

Les FA % de *S. avenae* sont importantes sur le blé tendre, les céréales et le blé dur avec 41,68 ; 30,32 et 26,35 % respectivement. En revanche, sur l'orge, la FA % de *M. dirhodum* est la plus dominante avec 27,06 %. Ce criocère des céréales *O. melanopus* a des FA % assez importantes sur les trois autres cultures avec des valeurs entre 10,73 et 14,45 %, alors que les FA % de *M. dirhodum* sont faibles sur les autres cultures comparé à l'orge (**Tab. 50**).

Selon Wilson & Shade (1966) ont montré que les larves d'*O. melanopus* ont des différents choix entre les céréales, elles préfèrent également le blé (*T. aestivum*), l'avoine (*Avena sativa*) et l'orge (*H. vulgare*) qui sont reconnus comme des hôtes les plus préférés, par contre le maïs (*Zea mays*) est un hôte défavorable.

Nous avons enregistré que dans ces quatre cultures, les larves de *S. avenae*, *O. melanopus* et *M. dirhodum* sont dominantes en FA % que les adultes, à l'exception de la FA % des larves de ce dernier puceron qui est inférieure aux adultes sur le blé tendre (**Tab. 50**). Grüber & Dixon (1988) montrent que la base d'alimentation de *M. dirhodum* est l'orge surtout pendant le dernier stade larvaire avec 97 % et les adultes des premiers jours. Dans le cas de manque d'alimentation préférable, *M. dirhodum* est perturbé dans sa reproduction.

Concernant le puceron *R. padi* qui est dominant sur le blé dur avec 16,28 %, suivi par les céréales (11,32 %), mais leurs FA % sur le blé tendre (2,33 %) et l'orge (2,16 %) sont faibles. Les adultes de ce puceron ont des FA % abondantes que les larves sur toutes les cultures, mais ils sont totalement absents sur l'orge (**Tab.50**).

R. padi est l'un des 14 espèces de pucerons qui sont considérées comme les plus importantes dans le monde (Blackman & Eastop, 2007). Après que *R. padi* quitte son hôte primaire *Prunus padus*, colonise diverses graminées sauvages et cultivées (Bouchery & Jacky, 1982). Il montre une préférence pour l'orge (Leather & Dixon, 1982) et pour le maïs (Blackman & Eastop, 2000) par rapport aux autres céréales, et *Lolium perenne* est l'herbe la plus préférée (Leather & Dixon, 1982). *R. padi* est également colonisé et complète son cycle de vie sur l'orge, le blé et l'avoine (Leather & Lehti, 1982 ; Leather & al., 1989 ; Blackman & Eastop, 2000 ; Taheri & al., 2010).

➤ Le 2^{ième} groupe avec des FA % < à 10 % et > à 5 % est formé par 5 (**Tab. 50**) :

- ✓ Sur les céréales : *M. dirhodum* et *P. alienus*
- ✓ Sur le blé dur : *M. dirhodum*, *P. alienus* et *Oulema sp.*

- ✓ Sur le blé tendre : *P. alienus* et *S. graminum*
- ✓ Sur l'orge : *M. barbara*

Les FA % des adultes de *P. alienus* sont supérieures que les larves, mais nous avons noté l'inverse pour ces deux stades biologiques de *M. dirhodum* et *S. graminum*. Alors que pour *Oulema sp.* et *M. barbara* respectivement, nous avons signalé une absence totale des adultes et des larves (**Tab.50**).

En outre, le puceron *S. graminum* a une FA % importante sur le blé tendre avec 5,67 %, suivi par l'orge (4,02 %) comparé au blé dur (2,83 %) (**Tab. 50**). L'étude d'Abbas & al. (2014) au Pakistan sur une parcelle de blé entourée d'un blé associé des mauvaises herbes, ils révèlent la dominance du puceron *S. graminum* avec une FA % de 42,62 %. Robert (1987) montre que les individus ailés de *S. graminum* peuvent parcourir de longues distances de l'ordre de plusieurs centaines à un millier de kilomètres, ce critère donne la capacité à *S. graminum* d'être un vecteur primordial aux grands nombres de virus importants des cultures céréalières, notamment le BYDV (notamment la souche BYDV-SGV), le MRLV, le SCMV et le MDMV (Blackman & Eastop, 2007).

Les FA % de *H. tritici* et *P. alienus* sont respectivement fréquentes sur le blé tendre avec 12,57 et 8,36 %, et mêmes ces deux espèces ont des valeurs assez proches sur les céréales (11,16 et 5,91 %) et le blé dur (11,41 et 5,15 %), mais sur l'orge, les deux espèces ont la même FA % de 2,6 %. Les FA % des adultes de ces espèces sont plus importantes que les larves, sauf que les larves de cette cicadelle sont supérieures aux adultes sur l'orge (**Tab. 50**).

Zawirska & Walkowski (2000) montrent que les espèces de thrips les plus importantes au monde, *Limothrips cerealium* et *H. tritici* qui sont des espèces nuisibles de blé et d'orge. Ces deux espèces ravageuses des céréales présentent une grande plasticité écologique et sont en mesure de constituer des populations remarquables dans les zones les plus fraîches d'Europe. L'espèce *H. tritici* est considérée comme la plus nuisible sur le blé en Europe et en Iran (Minaei & Mound, 2008). Larsson (2005) dénote que les adultes et les nymphes peuvent causer des dommages, et s'ils sont présents en grand nombre, provoquer la coloration argentée du tissu sur lequel ils se nourrissent.

Dans cette étude, nous signalons que la cicadelle *P. alienus* est moins fréquente que le puceron *R. padi*, sur le blé dur et les céréales. Ceci pourrait être expliqué par la dominance d'une espèce par rapport à l'autre. Alla & al. (2001) montrent que le puceron *R. padi* coexiste avec la cicadelle *P. alienus* dans les mêmes colonies sur les céréales. Cependant, *R. padi* a un effet négatif

sur le développement et la fécondité de *P. alienus*, car ces deux espèces entrent en compétition pour la nourriture. Une augmentation a été signalée au niveau des spécimens de la population de ce puceron qui cause un allongement de la durée du développement et une mortalité importante des nymphes de cette cicadelle.

Pour les FA % de *M. barbara* et d'*Oulema sp.* qui sont dominantes respectivement sur l'orge (5,58 %) et le blé dur (5,12 %). Mais, nous avons noté l'absence totale des larves de cette fourmi et les adultes de ce criocère.

Cependant, certains critères morphologiques entrent dans le choix de la nourriture des fourmis moissonneuses *Messor sp.* tels que le poids, la taille et la forme (Detrain & Pasteels, 2000). Mais, Pizo & Oliveira (2000) dénotent aussi des critères non morphologiques, comme la valeur nutritionnelle ou calorifique contenu dans les graines, leur composition chimique et la viabilité. Tous ces critères peuvent également influencer les préférences alimentaires des fourmis.

Dans notre cas, nous avons collecté des nymphes du genre *Oulema* sur les feuilles et les épis des différentes cultures étudiées, mais nous avons classé ces nymphes sous l'espèce *Oulema sp.* où lieu d'*O. melanopus*, car d'après la bibliographie les nymphes d'*O. melanopus* se nymphose sous le sol. Selon Helgesen & Haynes (1972) ; Casangrande & al. (1977) ; Campbell & al. (1989), les larves d'*O. melanopus* traversent quatre stades, chacun dure de deux à trois jours. Lorsque le développement larvaire est terminé, elles tombent sur le sol et pénètrent jusqu'à 5 cm sous la surface pour la nymphose (Grant & Patrick, 1993 ; Philips & al., 2011).

Malgré que nous avons eu recours à la dissection de tous les adultes (mâles et femelle) du genre *Oulema* à l'aide de la clé d'identification de Bezděk & Baselga (2015), cette dissection a permis de nous confirmer l'identification de l'espèce d'*O. melanopus*. Bechini & al. (2013) ont montré un synchronisme entre le développement des céréales d'hiver et le développement des espèces jumelles. Théoriquement, deux espèces jumelles sont différentes par au moins un critère bioécologique (Hawlitschek & al., 2011). Rouag & al. (2014), l'unique travail notable dédié aux criocères a été mené dans la région de Sétif en 2011, où les deux espèces de criocères jumelles signalées "*Oulema melanopus* et *Oulema hoffmannseggii*" ont été classées comme ravageurs primaires du blé dur.

➤ Le 3^{ième} groupe avec des FA % < 5 % qui se constitue de 15 ; 14 ; 16 et 16 espèces respectivement sur céréales, blé dur, blé tendre et orge (**Tab. 50**).

Sur l'orge, la FA % de *T. tabidus* est de 2,38 % par rapport aux FA% sur blé dur et tendre avec 1,10 et 1,63 % respectivement, mais leurs larves ne dépassent pas 8 % sur les blés et les céréales et sont absentes sur l'orge (Tab.50).

Les deux espèces de cèphes *Trachelus tabidus* et *Cephus pygmaeus* ont été classées depuis plus de 100 années comme des ravageurs des talles de blé qui sont devenus l'un des ravageurs les plus destructeurs du blé (Beres, 2011). Le rendement en grains cumulé et les pertes économiques annuelles dues à nuisibilité de *T. tabidus* peuvent dépasser 30 % (Al-Ghannoum & al., 2004). Dans le désert du Néguev, les talles de blé tendre et d'orge sont sujettes aux infestations massives des larves des cèphes, principalement de *T. tabidus* (Karso & al., 2015), ces pertes ont été constatées en 1982 et 1983 entre 55 et 50 % et même des pertes sur les talles de la folle avoine avec 8,6 % (Shanower & Hoelmer, 2004).

Tableau 50 : Fréquence d'abondance (FA%) des espèces d'insectes déprédatrices (larve, adulte et total) des cultures séparées et confondues dans des Hautes plaines. (*) : Absence de l'espèce.

Espèces	Céréales			Blé dur			Blé tendre			Orge		
	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte	Total	Larve	Adulte
<i>T. viridissima</i>	0,70	71,52	24,48	0,71	84,95	15,05	0,54	68,75	31,25	1,34	38,89	61,11
<i>O. volxemii</i>	0,13	30	30	0,13	40	40	0,09	20,00	30	0,40	100	0
<i>C. barbarus</i>	0,34	82,73	17,27	0,30	92,42	7,58	0,66	71,79	28,21	0,37	40	60
<i>H. tritici</i>	11,36	18,63	81,37	10,48	18,30	81,70	12,37	18,36	81,64	2,60	34,39	65,71
<i>P. alienus</i>	5,91	36,38	63,62	5,13	38,76	61,24	5,26	31,98	68,02	2,68	38,33	41,67
<i>D. noxia</i>	1,40	68,79	31,21	1,40	29,76	49,24	1,80	34,07	119,93	0,07	0	100
<i>M. dirhodum</i>	7,71	68,27	31,73	7,02	63,30	36,70	4,70	48,38	51,62	27,40	67,39	32,61
<i>R. maidis</i>	1,01	67,32	32,68	1,38	69,93	30,07	0,37	95,45	4,55	*	*	*
<i>R. padi</i>	11,32	48,21	51,79	16,28	48,89	51,11	2,33	21,90	78,10	2,16	0	100
<i>S. graminum</i>	3,73	72,03	27,97	3,83	72,34	27,66	3,67	72,07	27,93	4,00	64,81	35,19
<i>S. maydis</i>	1,75	21,13	78,87	1,52	21,38	78,62	2,40	21,38	77,62	0,09	0	100
<i>S. avenae</i>	30,32	64,32	35,68	26,35	62,98	37,02	46,68	66,01	33,09	19,46	38,78	46,22
<i>D. baccarum</i>	0,41	24,10	75,90	0,30	27,69	72,31	0,39	11,76	88,24	0,07	0	100
<i>C. mediterraneus</i>	0,49	33	67	0,63	38,12	61,88	0,39	27,27	72,73	0,40	83,33	16,67
<i>E. maura</i>	0,77	48,68	51,32	0,69	48,11	51,89	0,09	32,69	67,31	1,11	40	60
<i>Eurygaster sp.</i>	0,19	0	100	0,15	0	100	0,07	0	100	0,13	0	100
<i>A. sordidus</i>	0,13	0	100	0,13	0	100	0,07	0	100	0,74	0	100
<i>O. melanopus</i>	14,06	75,00	25,00	14,45	79,34	20,66	16,70	79,68	20,32	24,85	83,53	16,47
<i>Oulema sp.</i>	4,43	100	0	5,12	100	0	3,36	100	0	2,98	100	0
<i>T. tabidus</i>	1,34	3,13	96,87	1,10	7,59	92,41	1,60	3,13	96,87	2,38	0	100
<i>M. barbara</i>	2,41	0	100	2,55	0	100	1,36	0	100	5,58	0	100

Les pucerons *R. maidis*, *D. noxia* et *S. maydis* ont des FA % faibles ne dépassent pas 2,5 % par rapport aux autres espèces de pucerons. Le 1^{er} puceron est absent sur l'orge, avec une FA % faible sur le blé tendre (0,37 %). Pour la FA % du 2^{ème} et 3^{ème} puceron sont respectivement trop faibles sur l'orge avec 0,07 et 0,89 %. En revanche, les FA % des larves des deux premiers pucerons sont supérieures aux adultes sur toutes les cultures, mais nous avons signalé le cas contraire pour les larves de *S. maydis*. Par ailleurs, les larves du 2^{ème} et 3^{ème} puceron sont absentes sur l'orge (**Tab. 50**).

Cependant nous avons noté la présence de sept espèces d'aphides comme ravageurs des cultures céréalières, mais les FA % des trois aphides *D. noxia* et *R. maidis*, *S. maydis* sont faibles à très faibles par rapport aux autres espèces aphidiennes. Agele & al. (2006) dénotent que la colonie de pucerons est une ressource localisée et limitée dans l'espace. Sa taille et le nombre d'individus qui la composent ne sont pas fixes, elle varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus. Car de nombreux facteurs influent sur l'augmentation et la diminution rapides de la population de pucerons (Aheer & al., 2007).

Dans ce contexte, nous pouvons proposer différentes explications afin de montrer pourquoi ces trois espèces de pucerons ont des faibles FA % sur toutes les cultures étudiées ? Ceci nous permet de considérer que les facteurs suivants peuvent influencer sur les FA % de ces trois espèces, tels que : l'effet des facteurs biotiques à titre d'exemple les espèces prédatrices qui utilisent ces pucerons comme proies, la non préférence de la culture et la réaction des pucerons contre ces plantes, et aussi l'effet des conditions climatiques. Selon Karl & al. (2011) les changements des facteurs biotiques sont également responsables des adaptations physiologique, comportementale et morphologique chez les insectes avec les fluctuations de populations. En plus, Naeem (1996) in Ali & Ali (2015) rajoutent que les facteurs physiques et biologiques sont simultanément responsables des variations dans les densités des populations de pucerons.

La 1^{ière} explication de la très faible fréquence de *D. noxia* et *S. maydis* et l'absence totale de *R. maidis* sur la culture d'orge par la présence des espèces prédatrices de la famille Cantharidae avec des FA % importantes par rapport aux autres cultures (**Tab.20**). Les espèces de Cantharidini des régions tempérées ont souvent été associées à la consommation de pucerons (Ramsdale, 2010 in Pérez-Hernández, 2018). Par ailleurs, parmi les ennemis naturels les plus importants contre *D. noxia*, Macharia & al. (2017) ont cité la coccinelle '*Adonia variegata*', les chrysopes '*Chrysopa sp.*' et le parasitoïde '*Aphidius sp.*'. Ces espèces auxiliaires sont présentes dans notre étude sur les différentes cultures (**Tab.20**). Ceci expliquerait les faibles FA % de ce puceron par l'effet de ces ennemis naturels. Dixon & Agarwala (1999) déclarent que l'augmentation du nombre de spécimens

de pucerons sur une plante hôte, suite à la reproduction de ces colonisateurs, augmente la compétition intra-spécifique et attire des ennemis naturels.

Concernant la 2^{ème} explication qui se base de l'influence des plantes hôtes céréalières sur le choix par l'acceptation ou le refus des espèces ravageuses de pucerons. Les pucerons comme les autres insectes phytophages, peuvent utiliser des repères visuels, tels que la couleur, la forme ou la structure de la plante hôte pour la détecter (Prokopy & Owens, 1983).

Aussi les substances volatiles gustatives jouent un rôle important dans l'acceptation ou le rejet de la plante hôte après l'atterrissage d'un puceron (Powell & al., 1995). Neal & al. (1990) rajoutent aussi que les exsudats et les trichomes influencent le comportement de puceron avant même l'insertion de leur stylet. Cette explication justifie et ainsi confirme le refus de *R. maidis* par l'orge, et même que les deux autres espèces sont classées selon leurs FA % comme uniquement des visiteurs sur cette culture.

La 3^{ème} explication indique que malgré les deux pucerons *D. noxia*, *S. maydis* colonisent l'orge et que *R. maidis* colonise le blé tendre, mais leurs FA % ne dépassent pas 0,89 % (**Tab.50**). Cette situation pourrait justifier par la communication entre les spécimens de chaque espèce afin de les informer que soit la plante hôte est non préférable, ou bien il existe des ennemis naturels sur ces plantes hôtes. Francis & al. (2004), lorsqu'un puceron est perturbé, il sécrète via ses cornicules, des gouttelettes contenant une phéromone d'alarme, ce qui provoque la fuite de ses congénères. La constitution chimique de ces sécrétions varie d'une espèce de puceron à l'autre, mais est constituée essentiellement ou en totalité d'(E)- β farnésène (EBF).

La dernière explication indique que durant toute la période de notre échantillonnage, dans les deux zones d'étude, les températures étaient favorables pour le développement de toutes les espèces de pucerons des céréales, mais les populations de ces trois espèces ont été observées avec des faibles densités surtout sur l'orge. La température et l'humidité favorables jouent un rôle important dans l'augmentation de la densité des populations de pucerons (Aheer & al., 2007). Les différentes températures moyennes enregistrées pour la période de 15 années (2000 à 2014), dans les deux zones d'étude, Sétif et Constantine respectivement, durant les trois mois avril (12,27 et 13,72 °C), mai (16,69 et 17,9 °C) et juin (22,31 et 23,09 °C) (**Tab.3**). Nous constatons que ces valeurs sont presque proches pendant chaque mois dans ces deux zones d'étude. Hullé & Cœur d'acier (2007) signalent que la température minimale de développement de pucerons est de 4 °C. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite lorsque la

température s'élève. Au-delà de 22 °C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (Hullé & Cœur d'acier, 2007).

Bien que ces trois aphides ont des FA % faibles à très faibles, mais selon les données de la bibliographie, ces espèces provoquent des dégâts importants sur les céréales et surtout le blé malgré que leurs abondances soient basses :

➤ Le blé est particulièrement sensible à *D. noxia* à n'importe quel stade de développement avant l'épiaison (Girma & al., 1990 in Robinson, 1994), car leurs infestations se présentent fortement sur les plantes de cette culture aux stades de croissance et de développement, mais avec un niveau moins élevée après le stade d'apparition de l'épi (Peairs, 1998). Ces infestations sont maximales si ces plants sont soumis à un stress hydrique (Girma & al., 1990 in Robinson, 1994).

Durant la période de notre étude, nous n'avons pas enregistré une période de sécheresse surtout avant le stade épiaison dans les deux zones d'étude, c'est pour cette raison ce puceron a été moins abondant sur les cultures céréalières.

➤ Toutefois, le puceron du maïs, *R. maidis*, est largement répandu et l'un des ravageurs importants sur le sorgho (Anjali & al., 2017). Il se nourrit préférentiellement de plantes de maïs saines, et mêmes des plantes infestées et endommagées par des pucerons (Bernasconi & al., 1998). Cette espèce est anholocyclique qui se reproduit uniquement par parthénogenèse. Elle transmet plus de 15 virus aux plantes, y compris le virus de la jaunisse nanisante d'orge (BYDV) et le virus de la mosaïque qui attaque le maïs (Chan & al., 1991).

➤ Le puceron *S. maydis* est réparti à l'Europe, le Moyen-Orient, l'Asie centrale, le Pakistan et l'Inde et aussi en Afrique du Sud (Blackman & Eastop, 2007). Ce puceron est capable de transmettre le Cucumovirus (mosaïque du concombre) et le Lutéovirus (jaunisse nanisante de l'orge) (Blackman & Eastop, 2000). Ces mêmes auteurs signalent que dans les climats plus secs, hors du Nord-ouest de l'Europe, il peut constituer un ravageur important sur le plan économique pour toutes les cultures de céréales.

Les deux punaises *D. baccarum* et *C. mediterraneus* possèdent des FA % inférieures de 1 %. Les adultes de ces punaises ont des FA % supérieures que les larves pour toutes les cultures, mais nous avons enregistré le cas contraire que les larves de la 2^{ième} sont abondantes que les adultes sur l'orge (**Tab.50**).

Les pentatomidés sont généralement polyphages, elles se nourrissent de plantes cultivées et non cultivées (Panizzi, 1997). En raison de leurs habitudes alimentaires, les hôtes sauvages jouent un rôle important dans l'accumulation de pentatomidés qui sont des ravageurs agricoles (Kramblias, 1987). Ces plantes sont des ressources alimentaires importantes pour le développement de nymphes et reproduction des adultes (Panizzi, 1997). Les dommages qui en

résultent comprennent chute et / ou malformation des graines et des fruits (Panizzi, 1997), parce que ces punaises injectent dans la blessure, de la salive riche en protéases et en amylases, qui dissout surtout le gluten et en partie l'amidon (Bonnemaison, 1962 ; Bar & al., 1995 ; Goodchild, 1966 in Panizzi, 1997).

En plus, les FA % d'*E. maura* sont faiblement abondantes avec des valeurs qui ne dépassent pas 1 % sur toutes les cultures, à l'exception de cette 1^{ière} punaise sur l'orge avec 1,12 %. Les FA % de leurs larves sont supérieures aux adultes sur toutes les cultures (**Tab. 50**).

Les punaises de céréales, notamment *E. integriceps* et *E. maura*, se reproduisent en grand nombre sur les cultures céréalières et réduisent considérablement leur productivité. Ainsi, une infestation des espèces '*E. integriceps*, *E. maura* et *E. testudinaria*' pourraient entraîner une perte de rendement de 20 à 30 % pour l'orge et de 50 à 90 % pour le blé (Gul & al., 2006). En outre, ces ravageurs réduisent considérablement la qualité boulangère de la farine en raison de la dégradation du gluten par les enzymes protéolytiques (Konarev & al., 2013). car ce gluten est modifié par l'action de la salive, gluten filant, collant et peu résistant à la poussée des gaz lors de la fermentation panair (Bonnemaison, 1962 ; Bar & al., 1995).

La punaise *Eurygaster sp.* a des faibles FA % avec des valeurs qui ne dépassent pas 1 % sur toutes les cultures, ses larves sont absentes sur toutes les cultures (**Tab. 50**).

Des observations ont été effectuées par Păuneț (2010) sur des grains de céréales menacés par la punaise nuisible des céréales '*Eurygaster sp.*', en Mordovie, au cours d'une période allant de 2004 à 2006. Les données obtenues montrent un total de 3573 individus pendant ces trois années d'étude. La collecte des spécimens *Eurygaster sp.* révèle que durant les années d'étude 2004, 2005 et 2006, l'effectif et la densité moyenne des spécimens sont signalés différents respectivement de 1564 et 8,6 spécimens/m² ; 757 et 4,2 spécimens/m² et enfin de 1252 et 6,9 spécimens/m².

En plus, les FA % d'*A. sordidus* sont faiblement abondantes avec des valeurs qui ne dépassent pas 1 % sur toutes les cultures, et les adultes sont présentes avec des valeurs de 100 % (**Tab. 50**).

Nous n'avons pas capturé des larves d'*A. sordidus*, car Burgio & al. (2014) montrent une difficulté d'échantillonnage des populations de larves du genre *Agriotes* et la faible connaissance de cycle biologique de ces espèces. Une étude réalisée par Traugott & al. (2007) en Allemagne et en Autriche sur le régime des larves de taupins, a montré que parmi les 4 espèces d'*Agriotes*, '*A. sordidus*' y avait un régime alimentaire phytophage, mais pas complètement, certains individus analysés paraissaient être carnivores. Aussi, en Italie, Burgio & al. (2014) ont enregistré que '*A. sordidus*' est parmi les trois espèces uniquement du genre *Agriotes* qui sont considérées comme des ravageurs économiques. Milosavljevic & al. (2016) ont identifié un total de 13 espèces de taupins à

travers des échantillons prélevés dans 160 champs de céréales aux Etats-Unis. Le nombre et la FA % des larves de l'espèce *Agriotes sp.* sont respectivement très faibles de 2 individus et de 0,060 %.

T. viridissima, *O. volxemii* et *C. barbarus barbarus* ont respectivement des FA % inférieures à 1 % sur toutes les cultures, à l'exception de cette 1^{ière} espèce qui a une valeur de 1,34 % sur la culture d'orge. Les larves de la 1^{ière} et la 3^{ième} espèce ont des FA % supérieures que les adultes, mais nous avons noté le cas inverse sur l'orge (**Tab. 50**).

Benkenana & Harrat (2009) montrent que les 5 espèces végétales consommées et qui sont présentes dans les fragments des fèces de l'espèce *Calliptamus barbarus barbarus* sont : *Hordeum sp.*(orge), *Triticum aestivum* (blé tendre), *Suaeda fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum* et *Phragmites australis*.

En Grèce, *T. viridissima* est un ravageur important des céréales, des pommes de terre, des vignes, le coton et d'autres cultures annuelles (Gentry, 1965). Les dégâts observés de *T. viridissima* sur les différentes cultures sont plus importants dans les années de sécheresse (Nagy, 1988 ; Antonatos & al., 2013 ; Ovsyannikova & Grichanov, 2015). En plus, Antonatos & al. (2013) ont évalué la consommation de la surface foliaire (cm²) de quelques cultures par les trois espèces d'Orthoptères *Calliptamus barbarus*, *Dociostaurus maroccanus* et *Tettigonia viridissima*. Ils ont trouvé que les femelles consommaient plus que les mâles pour toutes ces espèces, mais les femelles de *T. viridissima* ingéraient la plus grande quantité par rapport aux autres espèces à 25 °C.

Pour *O. volxemii*, nous avons constaté que les FA % des adultes sont dominantes que les larves sur le blé dur et le blé tendre, alors que sur l'orge une absence totale est enregistrée de leurs larves (**Tab. 50**).

Selon Bounachada & al. (2011), l'analyse du régime alimentaire à différents stades de développement d'*O. volxemii* a révélé qu'il s'agit d'une espèce polyphage avec des préférences pour les Poaceae. Ils ont noté également que la consommation des feuilles de blé dur augmente avec l'âge des individus et que celle des femelles est supérieure à celle des mâles, aussi leurs adultes avec une fréquence inférieure à celle des larves.

Aussi Fellaouine (1984) a observé une pullulation très importante d'*O. volxemii* a été signalée en 1983 dans une zone de la région de Sétif sur des parcelles en jachères et sur les cultures d'orge au stade fin tallage. Le même auteur a déclaré que la densité était d'environ 80 individus/ m² sur une superficie de 1000 ha. Aussi, une autre pullulation signalée au stade épiaison de cette culture, avec une densité d'environ 15 individus/ m² sur une superficie de 10000 ha.

Nous concluons ce paramètre par la comparaison de nos données des ravageurs sur les différentes cultures céréalières avec les résultats de deux études réalisées sur les ravageurs dominants dans le blé et l'orge.

Păuneț (2010) a enregistré un taux d'attaque des espèces déprédatrices sur le blé et l'orge faible, telles que : *O. melanopus* entre 2 à 5 %, *S. graminum* (25 %) et *R. maidis* (10 %).

En plus, au cours des dix dernières années, les données recueillies par Malschi & al. (2015) sur la structure des ravageurs de blé montrent que les FA % sont les suivantes : thrips (57 %) ; pucerons (14 %) ; mouches de blé (12 %) ; de Chrysomelidae '*Oulema* et *Chaetocnema*' (10 %) ; cicadelles (4 %) ; punaises (2 %) ; taupins et d'autres organismes nuisibles (1 %).

Nous constatons que les trois ravageurs les plus dominants sur le blé et l'orge, ont des taux d'attaque faibles, signalés par Păuneț (2010) sont les mêmes enregistrés dans notre étude, mais *O. melanopus* et *S. graminum* ont des FA % importantes que *R. maidis*. Aussi, les données de Malschi & al. (2015) sont proches à nos résultats, malgré qu'il y a un changement dans le classement des espèces les plus fréquentes, comme les thrips des céréales qui occupent la 1^{ière} place, suivis par les pucerons et les espèces du genre *Oulema*, mais les espèces de punaises et de taupins ont des faibles FA % semblables à notre cas.

2.4. Discussion générale des FA % des espèces déprédatrices (larve, adulte et total)

Suivant les données des **Tableaux 48, 49, 50 et 51** nous avons enregistré 21 espèces ravageuses à Sétif et dans les Hautes plaines sur le blé dur et le blé tendre et les céréales, et aussi sur les céréales d'El-Khroub. Concernant la culture d'orge, nous avons noté le même nombre d'espèces (17) dans les deux zones d'étude. Stodler (1984) in Maher (2002) a montré que l'acceptation ou le rejet d'une plante hôte par un insecte basant sur ses composés de surface, plutôt que sur sa composition interne, et aussi sur sa valeur nutritionnelle pour les nouvelles descendances. Les épines, les poils et les trichomes constituent une barrière efficace entre les insectes en empêchant leurs installations ou leurs accès aux nourritures. Donc, le choix de l'hôte par l'insecte va être déterminant pour le taux de croissance larvaire, la taille des adultes et leur fécondité (Awmack & Leather, 2002).

Le nombre d'espèces déprédatrices ayant des FA % > à 1 % est important sur les quatre cultures céréalières dans la zone de Sétif par rapport à la zone d'El-Khroub (**Tab. 48,49, 51**). Parce que le nombre des micro-parcelles et la période d'expérimentation (2012, 2013 et 2014) dans cette 1^{ière} zone sont importants qu'à El-Khroub. En outre, la prairie d'oued Bouselam qui occupe plusieurs espèces sauvages des graminées en associations menacées par les attaques des mêmes ravageurs des céréales. Altieri (1994) dénote que les cultures associées seraient un moyen d'augmenter la diversité végétale au sein des parcelles et donc de réguler l'abondance des phytophages. Toutefois, avec les oligophages et les polyphages, la diversification végétale peut aussi aggraver la situation, si elle offre aux ravageurs des plantes alternatives pour se

multiplier en l'absence de la culture principale (Schulthess & Setamou, 1999). Dans le même contexte, Kruess & Tschardtke (2002) affirment que les fluctuations de la population des insectes dépendent également de la biodiversité et de l'intensité végétative.

En revanche, le nombre d'espèces qui ont des FA % < à 1 % est très limité sur l'orge de Sétif avec uniquement de 2 espèces comparés à l'orge d'El-Khroub avec 6 espèces (**Tab. 48, 49, 51**). Ceci pourrait expliquer par la spécificité du climat pour chaque zone d'étude, les années d'expérimentations et aussi le nombre et la qualité des variétés étudiées de cette culture. D'après Karl & al. (2011), divers insectes répondent à des facteurs abiotiques tels que l'humidité, les effets thermiques, la lumière et la nourriture. Ces facteurs abiotiques affectent non seulement le comportement des insectes, mais perturbent également le mécanisme physiologique.

Les températures moyennes enregistrées durant les trois mois 'avril, mai et juin' respectivement en 2014 à Sétif, avec 12,92 ; 16,98 et 21,39 °C, et aussi pour ces mêmes mois en 2014 à El-Khroub avec les valeurs de 13,94 ; 17,18 et 22,68 °C. Ces valeurs sont un petit peu élevées à El-Khroub. L'augmentation moyenne de la température entraîne une croissance plus rapide et peut avoir une influence sur l'augmentation du nombre de générations des espèces phytophages (Netherer & Schopf, 2010 ; Régnière & al., 2012), et aussi sur leurs alimentations (Levesque & al., 2002). En conséquence, le cycle biologique est raccourci et le nombre de larves sur une plante hôte, ainsi que la fréquence des épidémies augmentent (Netherer & Schopf, 2010).

Concernant les variétés étudiées de l'orge à El-Khroub sont 'Barberousse, Saïda, El-Fouara et Tichedrett', elles représentent deux fois le nombre des variétés à Sétif 'El-Fouara et Tichedrett'. Les plantes hôtes limitent l'installation des phytophages en synthétisant et en libérant des mélanges des substances volatiles complexes (De Morae & al., 2001). En plus, Barbault (2003) confirme que parmi les principaux facteurs écologiques qui interviennent dans la dynamique et la stabilisation des populations de ravageurs potentiels, on considérera particulièrement la densité spécifique de la communauté, la présence de prédateurs et parasites efficaces, l'état physiologique des plantes et leur espacement.

D'après les **Tableaux (48,49, 51)**, nous signalons l'absence de 4 espèces déprédatrices sur la culture d'orge à Sétif qui sont : deux pucerons (*R. maidis* et *S. maydis*) et deux punaises (*D. baccarum* et *C. mediterraneus*), alors que à El-Khroub, nous enregistrons deux pucerons (*D. noxia* et *R. maidis*), un acridien (*C. barbarus barbarus*), et une punaise (*Eurygaster sp.*). Nous pouvons justifier l'absence de ces espèces par le non préférence de cette culture, la présence d'autres cultures qui entrent en compétition avec elle, ou bien la compétition interspécifique entre les différentes

espèces ravageuses. L'ensemble des composantes d'une plante, la qualité nutritionnelle "métabolites primaires" et la quantité du phloème, ainsi que sa qualité gustative "métabolites secondaires" contribuent à la structure chimique de la plante, et ils ont également une capacité d'influencer la reconnaissance de l'hôte par l'insecte, et aussi jouent un rôle essentiel dans l'acceptation finale de plante hôte (Sauge, 1999 ; Pettersson & *al.*, 2007). Cependant, Bernays & Chapman (1994) rajoutent l'existence d'autres facteurs qui peuvent influencer le choix de l'insecte phytophage de son hôte, tels que l'arrangement spatial de ces plantes, la présence de leurs prédateurs, la présence d'œufs de leurs congénères.

Nous notons également que les espèces de pucerons suivantes sont totalement absentes, *S. maydis* et *R. maidis* sur l'orge à Sétif, alors que *D. noxia* et *R. maidis* sont absentes sur l'orge et blé tendre à l'El-Khroub (**Tab. 48 et 49**). Kehr (2006) montre que la croissance et la fécondité des pucerons sont limitées par la quantité et la qualité des acides aminés présents dans la sève. Par ailleurs, la résistance de la plante hôte 'orge' aux pucerons a été associée avec des hautes concentrations de l'indole alcaloïde gramine (Rustamani & *al.*, 1992), l'acide hydroxamic (Barria & *al.*, 1992). Donc, il y a une corrélation entre la réponse du puceron et la morphologie (la surface velue de la feuille) ou les caractérisations chimiques (glutamique) des plantes (Weibull, 1994). Ce même auteur dénote l'existence de plusieurs caractères de la plante hôte ont été proposés de conformer la résistance aux pucerons dans les céréales.

L'absence de *R. maidis* est commune entre les différentes cultures d'orges dans les zones d'étude. Par contre Kumawat & Jheeba (1999) affirment que le puceron *R. maidis* est l'insecte ravageur le plus grave et sa présence est plus régulière sur la culture d'orge. Bernasconi & *al.* (1998) montrent que l'effet répulsif des substances volatiles émises par les plantes attaquées vis-à-vis de *R. maidis* peut s'expliquer de différentes manières. La production de ces composés volatiles par la plante peut permettre soit d'informer les autres ravageurs de la présence des concurrents phytophages, soit d'attirer les ennemis naturels des pucerons.

En plus, *R. maidis* a des populations absentes sur l'orge, lorsque cette culture est cultivée en mélange avec le blé dur ou le blé tendre dans les deux zones d'étude et même dans la région des Hautes plaines. Par contre Kellil (2011) a trouvé que le puceron *R. maidis* est le plus abondant sur l'orge et même sur l'orge traitée dans l'ensemble de ces mêmes zones d'étude. L'influence de l'hétérogénéité spatiale sur l'abondance des populations est mise en évidence par l'étude des cultures associées (Vanderneer, 1989 in Dajoz, 2003).

Malgré que les deux espèces *R. padi* et *R. maidis* appartiennent au même genre, mais les FA % de *R. padi* sont importantes à moyennes sur toutes les cultures céréalières par rapport au *R. maidis* dans les deux zones d'étude et aussi la région des Hautes plaines (**Tab.48, 49 et 50**). Ceci pourrait expliquer par la présence d'une compétition interspécifique entre ces deux espèces qui élimine le puceron *R. maidis*. La compétition entre deux espèces voisines est intense et qu'elle aboutit à l'élimination de l'espèce la moins compétitive. Lorsque deux espèces ayant les mêmes besoins, la même niche ne peuvent cohabiter selon le principe d'exclusion compétitive (Dajoz, 2003).

Aussi, nous rajoutons que *R. padi* pourrait entrer en compétition avec *D. noxia* sur les deux cultures, blé tendre et orge à El-Khroub, car nous observons sur ces deux cultures une absence totale de puceron russe du blé. Selon Williams & al. (2000), la dispersion et l'abondance des pucerons peut être aussi liées à la coexistence de deux espèces de pucerons sur la même plante hôte.

Par ailleurs, sur les autres cultures dans les deux zones et même les Hautes plaines, les FA % de *R. padi* sont importantes comparées aux FA % de *D. noxia* (**Tab.48, 49 et 50**). Sur la même plante hôte, la présence de *R. padi* peut avoir réduit la densité de population de *D. noxia*, parce que *R. padi* est une espèce la plus accessible et son taux de croissance est le plus rapide par rapport aux nombreux autres espèces de pucerons sur la même plante hôte (Bergeson & Messina, 1997). Malgré que les deux espèces '*D. noxia*' et '*R. padi*' sont réputées pour leurs pertes directes et indirectes (Kamran & al., 2013), mais les dommages causés par *D. noxia* sur l'orge, sont plus graves à ceux des autres pucerons, spécialement *R. padi* (Saheed & al., 2007).

Le nombre d'espèces qui ont des FA % des stades larvaires et des adultes est signalé très proche à semblable avec une différence d'une à deux espèces sur la majorité des cultures dans les trois zones. En outre, nous constatons que le nombre d'espèces qui ont des FA % des adultes supérieures aux larves est important sur l'orge et le blé dur à Sétif, et sur le blé tendre à l'El-Khroub et aux Hautes plaines. Alors que le nombre d'espèces communes entre toutes les cultures étudiées à l'exception d'orge d'El-Khroub qui ont des FA % de 100 % adultes est de 3 espèces. Dans ce cas, nous citons ces trois espèces dominantes et communes : *Eurygaster sp.*, *A. sordidus* et *M. barbara* (**Tab.51**).

Les deux stades larvaire et adulte de cette punaise provoquant des dégâts considérables, sur non seulement les céréales, mais aussi sur d'autres cultures. L'importance économique des punaises de céréales varie grandement d'une espèce à l'autre, en fonction de la plante dont elles se nourrissent (Panizzi, 1997). En plus, Sanaey & Mirak (2012) déclarent que plus de deux millions d'hectares

dans des zones de la production céréalière en Iran ont été pulvérisées avec des insecticides chimiques contre le ravageur d'*Eurygaster sp.* pendant la campagne agricole 2011.

Par contre les adultes d'*A. sordidus* ne causent pas des dégâts sur les cultures, mais leurs larves qui sont responsables de graves dégâts sur le système racinaire des cultures céréalières et mêmes pour plusieurs cultures. Selon Khamraev & Davenport (2004), les graines du blé semées dans le sol pourraient être endommagées par les larves de taupins avant même leur germination. Pour cette raison que les larves de taupins sont réapparues comme des ravageurs économiquement importants des céréales et des cultures légumineuses dans le nord-ouest des Etats-Unis (Higginbotham & al., 2014). Aussi, Burgio & al. (2014) rajoutent que ces larves peuvent causer des dommages sur la pomme de terre, la betterave sucrière, le maïs, la tomate, l'oignon, la pastèque et le melon.

Tableau 51 : Nombre d'espèces ravageuses des cultures céréales total et selon leurs FA% total, des larves (L) et des adultes (A) pour chaque espèce par zone et par culture.

Région	Cultures	Nombre d'espèce ravageuse			FA % L > FA % A		FA % A > FA % L		FA % A = FA % L
		Total	FA % > 1%	FA % < 1%	L > 50 %	L= 100 %	A > 50 %	A= 100 %	
Sétif	Blé dur	21	13	8	10	2	11	3	1
	Blé tendre	21	14	7	10	1	10	3	1
	Orge	17	15	2	4	2	11	7	2
	Céréales	21	14	7	11	1	10	3	0
El-Khroub	Blé dur	20	9	11	9	2	11	5	0
	Blé tendre	19	9	10	7	3	12	8	0
	Orge	17	11	6	9	2	8	7	0
	Céréales	21	10	11	10	2	10	5	1
Hautes plaines	Blé dur	21	13	8	10	1	11	3	0
	Blé tendre	21	12	9	8	1	13	3	0
	Orge	20	12	8	8	2	12	8	0
	Céréales	21	13	8	9	1	10	3	1

Louda (1989) in Azcárate & al. (2005) la recherche de nourriture par les fourmis moissonneuses (*Messor*) peut constituer une source importante de mortalité des graines pour de nombreuses espèces végétales, limitant ainsi leurs chances de germination. La sélection des sites de nidification par les fourmis moissonneuses est normalement liée à des facteurs abiotiques tels que les propriétés du sol et le degré d'exposition solaire (Dean & al., 1997 in Azcárate & Peco, 2003), ainsi qu'à la structure de la végétation (Briese, 1982 in Azcárate & Peco, 2003). Dans presque toutes

les micro-parcelles étudiées, nous avons signalé les nids de *M. barbara*, mais les larves de cette espèce ne peuvent pas déplacer ou monter sur les plantes afin de cueillir des graines. Pour cette raison, nous n'avons pas échantillonné des larves.

Par contre, le nombre des ravageurs qui ont 100 % des FA % des larves et (0 %) adultes est entre un à deux espèces sur toutes les cultures, sauf sur le blé tendre à El-Khroub qui est signalé avec 3 espèces. Dans ce cas, nous avons enregistré le criocère *Oulema sp.* comme une espèce commune entre toutes les cultures qui ne possède pas des adultes (**Tab. 48,49, 50, 51**). Ceci nous permet de considérer soit que toutes les cultures céréalières étudiées ont un effet sur le cycle biologique d'*Oulema sp.*, ou bien l'adulte de cette espèce possède d'autres plantes hôtes. L'effet des cultures et des variétés doit aussi être pris en compte, car les deux espèces de criocères jumelles "*Oulema*" ne pourraient pas développer la même sensibilité face aux feuilles des céréales sur lesquelles elles se développent. Pour déterminer les préférences alimentaires et des substrats de développement ne pourront se faire qu'après des piégeages, des observations *in situ* et des élevages de larves en laboratoire, afin de s'assurer de l'identification des criocères jumelles (Chapelin-Viscardi & Maillet-Mezera, 2015).

Dans les trois zones d'étude, nous avons signalé presque les mêmes espèces déprédatrices sur toutes les cultures céréalières étudiées, car la composition génétique de ces plantes est très proche. Par contre, les FA % des adultes et des larves montrent que la dynamique d'une même espèce sur chaque culture, soit dans la même zone, ou dans les différentes zones ne possède pas le même rythme de développement. L'homogénéisation spatiale et génétique des plantes peut avoir de profonds effets sur la dynamique des populations d'insectes capables d'utiliser la ressource, en particulier les espèces monophages (Jactel & *al.*, 2005).

Nous pouvons expliquer cette différence au niveau de la même zone par l'effet de la culture, en particulier l'effet des différentes variétés. Car Schoonhoven & *al.* (1998) affirment que la phénologie et la physiologie de la plante varient avec son environnement et son âge. Cette variation implique une modification de la disponibilité et de la qualité des ressources alimentaires pour l'insecte phytophage, qui peut affecter ses performances et ainsi que la dynamique de ses populations.

Parmi les conditions qui engendrent cette différence de la dynamique des prédateurs sur les cultures dans les deux zones, la date de semis de chaque année d'étude est différente de l'autre année. Selon Larsson (2005), la date de semis est également importante car elle peut influencer de manière significative sur l'état phytosanitaire des semis en modifiant la répartition et l'abondance des groupes d'insectes phytophages des céréales.

2.5. Analyse de la variation intra-zone de l'abondance moyenne des espèces déprédatrices

2.5.1. Analyse de la variance (ANOVA) d'abondance moyenne des espèces déprédatrices selon leur biologie sur les cultures céréalières

2.5.1.1. Dans la zone de Sétif

L'analyse de la variance révèle l'existence d'un effet espèces ravageuses très hautement significatif sur l'abondance moyenne des insectes ravageurs pour les cultures confondues et séparées, à l'exception de la culture d'orge où l'effet est non significatif. Le deuxième effet stades biologiques de l'insecte est non significatif sur l'abondance moyenne des espèces déprédatrices pour l'ensemble des cultures séparées et confondues. Pour les céréales confondues, nous avons enregistré un effet interaction (Esp. x St. Bio. Inst.) non significatif (**Tab. 52**).

Tableau 52 : Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans la zone de Sétif. Espèces ravageuses : Esp. ; Stades biologiques de l'insecte : St. Bio. Inst..

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèces ravageuses	20	5412,5	270,6	5,08	< 0,001***
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	15,9	15,9	0,3	0,591
	Erreur	20	1065,2	53,3		
Blé tendre	Effet Espèces ravageuses	20	4344,5	217,2	9,64	< 0,001***
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	20,7	20,7	0,92	0,349
	Erreur	20	450,5	22,5		
Orge	Effet Espèces ravageuses	16	343	21,4	1,10	0,422
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	17,7	17,7	0,91	0,354
	Erreur	16	310,5	19,4		
Céréales	Effet Espèces ravageuses	20	5727,3	286,4	3,55	< 0,001***
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	45	45	0,56	0,457
	Effet Interaction (Esp. x St. Bio. Inst.)	20	545,1	27,3	0,34	0,996
	Erreur	84	6778,9	80,7		

Selon l'analyse de la variance l'effet stades biologiques est non significatif, ce qui est bien mentionné dans la **Figure (30)** qui représente l'abondance moyenne des ravageurs selon les deux stades (larvaire et adulte) dans les trois cultures confondues et séparées, où nous avons enregistré

des moyennes presque identiques pour les deux stades dans les différentes cultures.

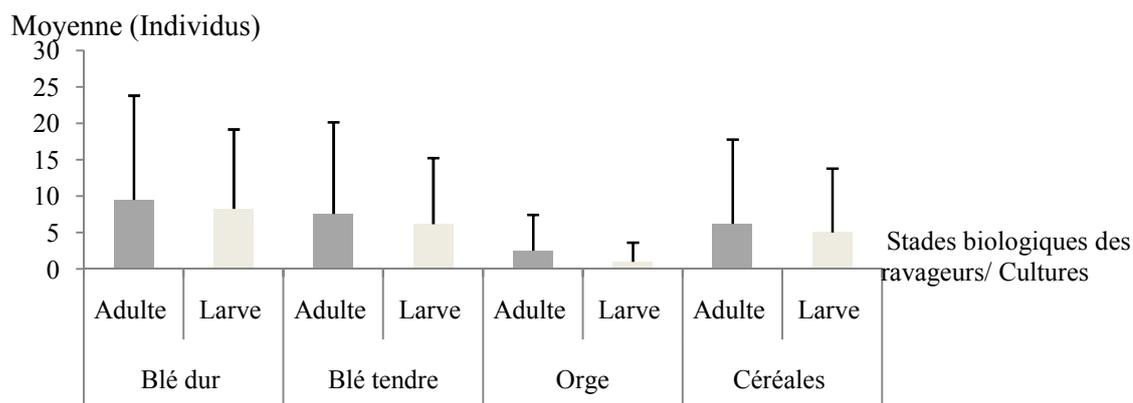


Figure 30 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la région de Sétif.

La comparaison des moyennes des espèces ravageuses dans la culture de blé dur représentée dans la **Figure (31)**, indique que les espèces les plus abondantes par ordre décroissant sont : *R. padi* ($42,68 \pm 7,65$ individus), *S. avenae* ($31,04 \pm 4,01$ individus), *H. tritici* ($27,28 \pm 24,97$ individus), *P. alienus* ($15,93 \pm 5,34$ individus), *O. melanopus* ($15,86 \pm 6,58$ individus) et *M. dirhodum* ($10,04 \pm 3,73$ individus). Le reste des espèces déprédatrices ont des abondances inférieures à 10 individus. Notant également que les 3 espèces : *Oulema sp.* ($8,56 \pm 12,11$ individus), *M. barbara* ($7,52 \pm 10,63$ individus) et *S. graminum* ($6,20 \pm 4,14$ individus) sont assez abondantes, alors que les autres espèces ravageuses sont moins abondantes avec des valeurs inférieures à 5 individus.

Nous constatons que sur le blé dur, *R. padi* occupe la 1^{ière} place en abondance moyenne par rapport aux espèces ravageuses. Ceci pourrait expliquer par l'effet de cette culture sur l'attraction, l'installation et aussi le développement de ce puceron. Webster (2012) montre que *R. padi* s'oriente vers des plantes de blé ou d'avoine en réponse à un mélange de molécules volatiles. Les individus aptères répondent à 11 molécules tandis que les ailés ne répondent qu'à 4 d'entre elles. Kieckhefer & Gellner (1988) rajoutent que les différents stades de développement des céréales influencent sur la fécondité des pucerons : *S. avenae*, *R. padi*, *S. graminum* et *R. maidis* dans le blé et l'orge de printemps.

Nous faisons une comparaison avec des études réalisées par Zhang & al. (1985) ; Chen & al. (2007), dans quelques zones de production des blés de printemps et d'hiver en Chine, sur le ravageur le plus abondant et le plus dangereux de ces cultures, sont attaquées par *R. padi* qu'est l'un des insectes ravageurs les plus graves. Dans ces mêmes zones, ce puceron endommage sérieusement le blé et en transmettant le virus de BYDV (Zhang & al., 1985).

Aussi, ce puceron est signalé le plus grave qui cause des pertes de rendement de 50 % sur les variétés les plus résistantes de blé (Smith & Allen, 1962). Il entraîne une réduction de 85 % du rendement du blé à cause de son transmission du virus BYDV (Gill & *al.*, 1969). Ainsi, il a provoqué seul des pertes de rendement du blé, allant jusqu'à 600 Kg /ha (Hallqvist, 1991 in Anjali & *al.*, 2017).

En ce qui concerne la culture de blé tendre, les espèces ravageuses les plus abondantes sont : *S. avenae* (39,73 ± 11,83 individus), *H. tritici* (25,41 ± 2,38 individus), *P. alienus* (23,88 ± 8,46 individus), *O. melanopus* (11,28 ± 6,05 individus), suivies par les 3 espèces, *Oulema sp.* (9,55 ± 10,3 individus), *R. padi* (7,46 ± 7,44 individus) et *S. graminum* (7,1 ± 4,66 individus). Par contre le reste des espèces déprédatrices marquent une faible à très faible abondance (**Fig. 31**).

Dans les régions céréalières au Pakistan, Khan (2005) ; Shah & *al.* (2006) signalent le même classement de nos espèces de pucerons les plus dominantes sur le blé tendre qui sont *S. avenae*, *R. padi* et *S. graminum*, elles provoquent des graves dégâts. Au Kenya, les principales espèces de pucerons vecteurs des cinq souches de virus des céréales sont le RPV (*R. padi*), le RMV (*R. maidis*), le MAV (*S. avenae*), le SGV (*S. graminum*) et le PAV (*R. padi*, *S. avenae* et autres espèces) (Macharia & *al.*, 1997).

Pour l'espèce *H. tritici* a des moyennes élevées et très proches sur le blé dur et le blé tendre, car ses adultes et larves occupent le même organe attaqué qui est généralement l'épi. Le thrips des céréales *H. tritici* pond leurs œufs dans les blés d'hiver et de printemps (Andjus, 1996). Sa première génération est complétée sur les céréales d'hiver. Ses femelles migrent vers le blé de printemps, où la deuxième génération est achevée (Köppä, 1970 in El-Wakeil & *al.*, 2010).

Concernant l'abondance moyenne des ravageurs sur la culture d'orge qui est faible par rapport autres cultures et aussi non significative, malgré la présence des différences entre les deux espèces, *M. barbara* (9,25 ± 13,08 individus) et *O. melanopus* (5,5 ± 5,65 individus) d'une part, et entre les autres espèces d'un autre côté. Nous signalons l'absence de 4 espèces ravageuses suivantes : *S. maydis*, *D. baccarum*, *C. mediterraneus* et *R. maidis* (**Fig. 31**). Taratorina (1984) a constaté que les ravageurs *H. tritici*, *Limothrips cerealium* et les pucerons des céréales étaient considérablement plus faibles sur l'orge que sur le blé au cours de toutes les années de l'étude.

Dans le sud-est de la France, Detrain & *al.* (2000) ont analysé une seule colonie de *M. barbara*, ils ont trouvé que les fourmis collectent des graines d'un nombre relativement réduit d'espèces végétales, et elles préfèrent qu'elles aient un poids > à 0,4 mg. Dans notre cas, nous pouvons dire que les graines d'orges sont les plus préférées que les graines de blés.

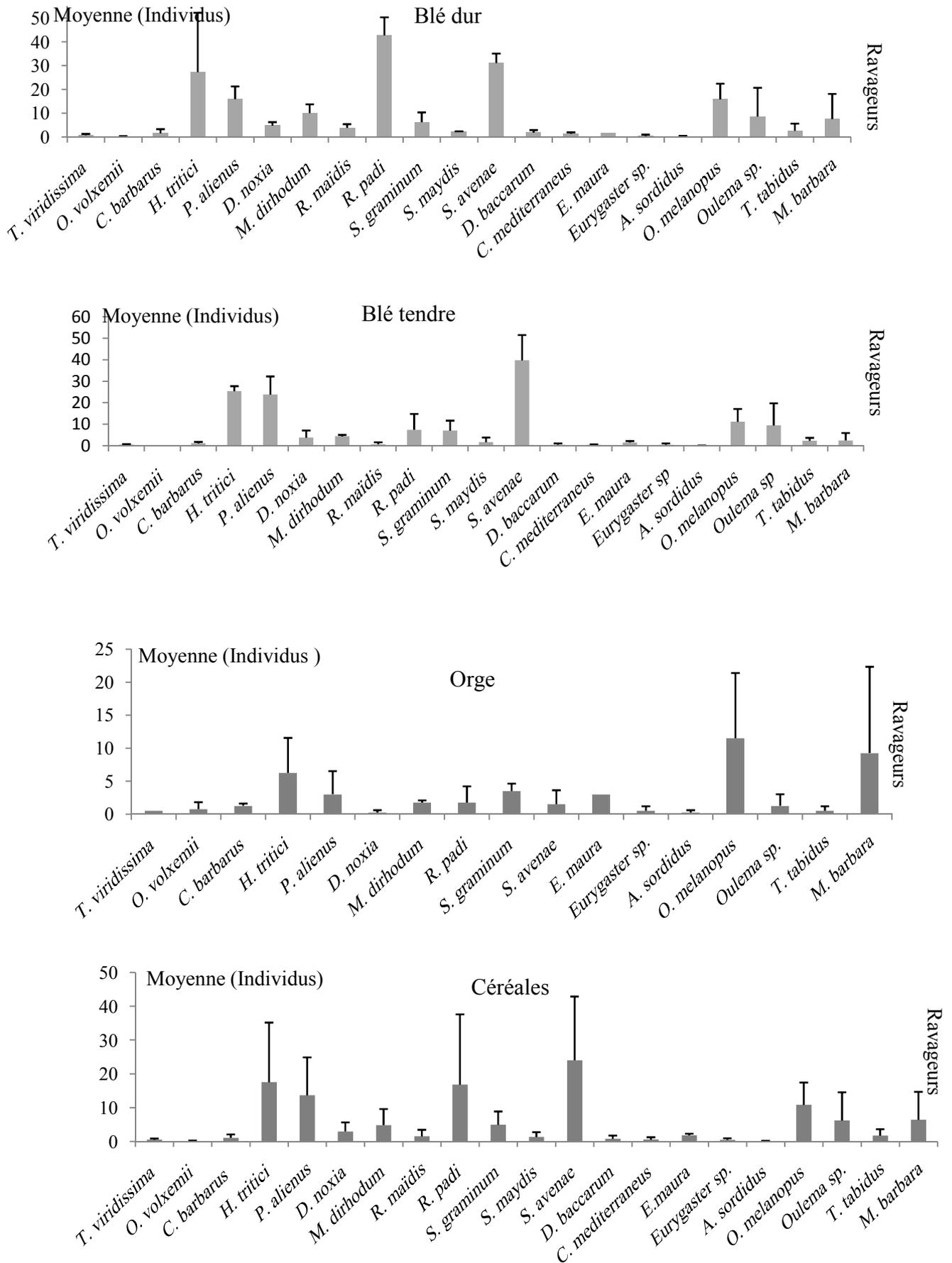


Figure 31 : Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces déprédatrices sur l'abondance moyenne des ravageurs dans les trois cultures séparées et confondues à Sétif.

Cependant, la sélection des graines peut varier entre les colonies (Traniello & Beshers, 1991 in Azcárate & al., 2005) et le poids des graines ou des fruits peut être mis en corrélation avec d'autres caractères (Sanchez & al., 2002). Les nids doivent être situés le plus près possible des zones d'alimentation, sélectionnés principalement en fonction de la disponibilité en graines (Wilby & Shachack, 2000). Ceci expliquerait par la présence des nids de *M. barbara* aux niveaux de plusieurs micro-parcelles étudiées.

La comparaison de l'abondance moyenne des ravageurs dans les céréales confondues montre une supériorité des espèces suivantes : *S. avenae* (24,01 ± 18,91 individus), *H. tritici* (17,5 ± 617,65 individus), *R. padi* (16,8 ± 20,86 individus), *P. alienus* (13,68 ± 11,23 individus), *O. melanopus* (10,84 ± 6,62 individus), suivies par les deux espèces : *M. barbara* (6,42 ± 8,31 individus) et *Oulema sp.* (6,2 ± 8,39 individus). Le reste des espèces enregistrent des moyennes inférieures à 5 individus (**Fig. 31**).

2.5.1.2. Dans la zone d'El-Khroub

L'analyse de la variance de l'abondance moyenne des insectes déprédateurs a montré un effet espèces ravageuses hautement à très hautement significatif respectivement pour le blé dur, le blé tendre et les cultures confondues, alors que sur l'orge il est non significatif. Concernant l'effet stades biologiques de l'insecte est non significatif sur l'abondance moyenne pour toutes les cultures étudiées. En plus, nous avons noté que l'effet interaction (Esp. x Bio. Inst.) non significatif pour les céréales confondues (**Tab.53**).

Selon l'analyse de la variance, l'effet stades biologiques est non significatif, ce qui est bien illustré dans la **Figure (32)**.

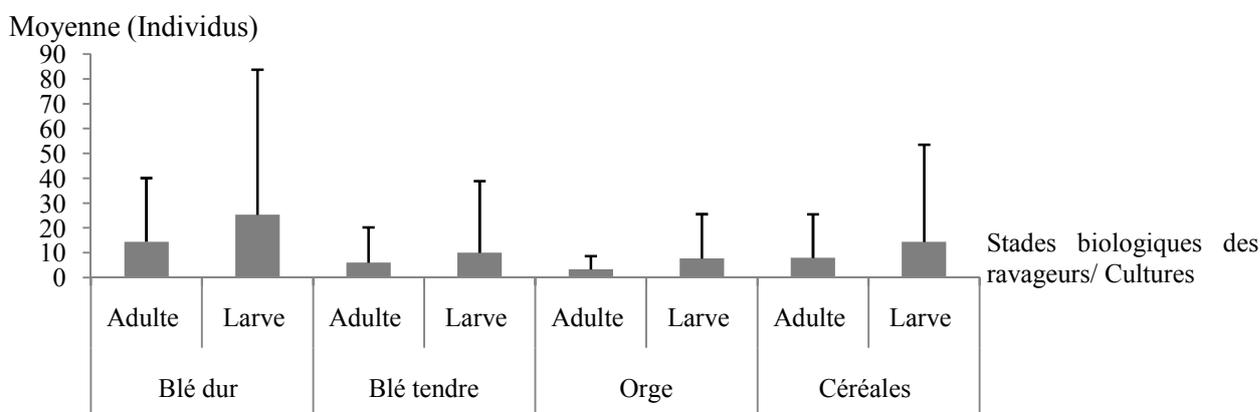


Figure 32 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la zone d'El-Khroub.

Tableau 53 : Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans la zone d'El-Khroub. Espèces ravageuses : Esp. ; Stades biologiques de l'insecte : St. Bio. Inst..

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèces ravageuses	19	66330	3491	4,61	0,001**
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	1307	1307	1,73	0,205
	Erreur	19	14387	757		
Blé tendre	Effet Espèces ravageuses	18	17831	991	6,94	< 0,001***
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	189	189	1,32	0,265
	Erreur	18	2571	143		
Orge	Effet Espèces ravageuses	16	4621	289	2,26	0,057
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	241	241	1,89	0,189
	Erreur	16	2047	128		
Céréales	Effet Espèces ravageuses	20	63689	3184	7,14	< 0,001***
	Effet Stades Biologies de l'insecte	1	1295	1295	2,9	0,092
	Effet Interaction (Esp. x Bio. Inst.)	20	13411	671	1,5	0,102
	Erreur	84	37485	446		

La comparaison de l'abondance moyenne par ordre décroissant des espèces déprédatrices indique que :

Sur la culture de blé dur, les espèces les plus abondantes sont : *S. avenae* ($166,92 \pm 91,33$ individus), *O. melanopus* ($102 \pm 70,47$ individus), suivies par *M. dirhodum* ($38,33 \pm 14,61$ individus), *H. tritici* ($34,58 \pm 26,75$ individus) et *Oulema sp.* ($24,75 \pm 31,7$ individus). Les autres espèces sont moins abondantes avec des moyennes inférieures ou égales 10 individus (**Fig. 33**).

En revanche, Kellil (2006) a signalé que *M. dirhodum* est l'espèce la plus dominante par rapport au puceron *S. avenae* qui a une moyenne faible sur quatre variétés de blé dur à El-Khroub. En plus, une étude de Wang & al. (2011) a montré une réduction des densités en puceron *S. avenae*, mais également des densités supérieures en prédateurs et parasitoïdes sur une culture de blé en association. Malgré que le blé dur dans notre cas est associé avec le blé tendre, l'orge, la pomme de terre, les arbres fruitiers tels que l'abricotier, le pêcher et le prunier, mais il a une abondance élevée comparée aux autres espèces.

Pour la culture de blé tendre, l'abondance moyenne des ravageurs suit le même gradient que celui du blé dur avec des valeurs relativement inférieures : *S. avenae* ($96,38 \pm 44,24$ individus), *O. melanopus* ($28,42 \pm 25,62$ individus), suivies par *M. dirhodum* ($10,48 \pm 3,51$ individus), *H. tritici*

($9,77 \pm 2,78$ individus) et *S. graminum* ($7,78 \pm 4,55$ individus). Les autres ravageurs enregistrent des moyennes inférieures à 5 individus (**Fig.33**).

Par contre, dans quelques pays européens comme la Grande-Bretagne, la Scandinavie, la Hongrie, le puceron *R. padi* se multiplie et cause de sérieux dommages le plus souvent dans le blé d'hiver (*T. aestivum*), par rapport aux deux pucerons *S. avenae* et *M. dirhodum* qui ont une importance considérable sur la même culture, alors que *S. graminum* se trouve souvent à faible densité de population dans le blé (Kuroli & Németh, 1991 in Papp & Esterházy, 1993).

Concernant la culture d'orge, l'abondance moyenne des ravageurs se répartie de la manière suivante : *O. melanopus* ($45,92 \pm 44,96$ individus), *M. dirhodum* ($24,85 \pm 8,75$ individus) et *S. avenae* ($16,21 \pm 4,3$ individus). Ces espèces sont les plus abondantes sur cette culture. Alors que les deux espèces, *Oulema sp.* ($6,63 \pm 9,66$ individus) et *P. alienus* ($6 \pm 5,66$ individus) sont assez abondantes. Les autres espèces sont considérées comme les moins abondantes. En revanche, nous notons l'absence des 4 espèces qui sont : *C. barbarus barbarus*, *R. maïdis*, *D. noxia* et *Eurygaster sp.*.

Sur les trois cultures étudiées, *O. melanopus* est l'espèce la plus fréquente et aussi la plus dangereuse comparée aux autres ravageurs, particulièrement sur l'orge. Buntin & al. (2004) dénotent que les pertes de rendement les plus élevées causées par les larves d'*O. melanopus* varient considérablement selon les cultures, les régions, le moment et le niveau d'infestation et d'attaque de la feuille drapeau. Les pertes induites varient de 3 à 8 % en Pologne (Ulrich & al., 2004) ; 15 % en Virginie (Herbert & al., 2007) et pourraient atteindre 95 % aux Pays-Bas (Daamen & Stol, 1993).

Pour les céréales confondues, nous enregistrons une supériorité d'abondance des ravageurs de blés et toutes les espèces en gardant le même classement : *S. avenae* ($279,51 \pm 139,88$ individus), *O. melanopus* ($176,33 \pm 141,06$ individus), suivies par *M. dirhodum* ($73,67 \pm 19,85$ individus), *H. tritici* ($44,97 \pm 29,18$ individus), *Oulema sp.* ($35,53 \pm 46,95$ individus). Nous indiquons aussi la présence d'une abondance moyenne importante de pucerons : *S. graminum* ($21,6 \pm 13,95$ individus), *S. maydis* ($15,18 \pm 21,47$ individus) et *R. padi* ($11,48 \pm 15,2$ individus). Les abondances des autres espèces sont inférieures à 10 individus (**Fig.33**).

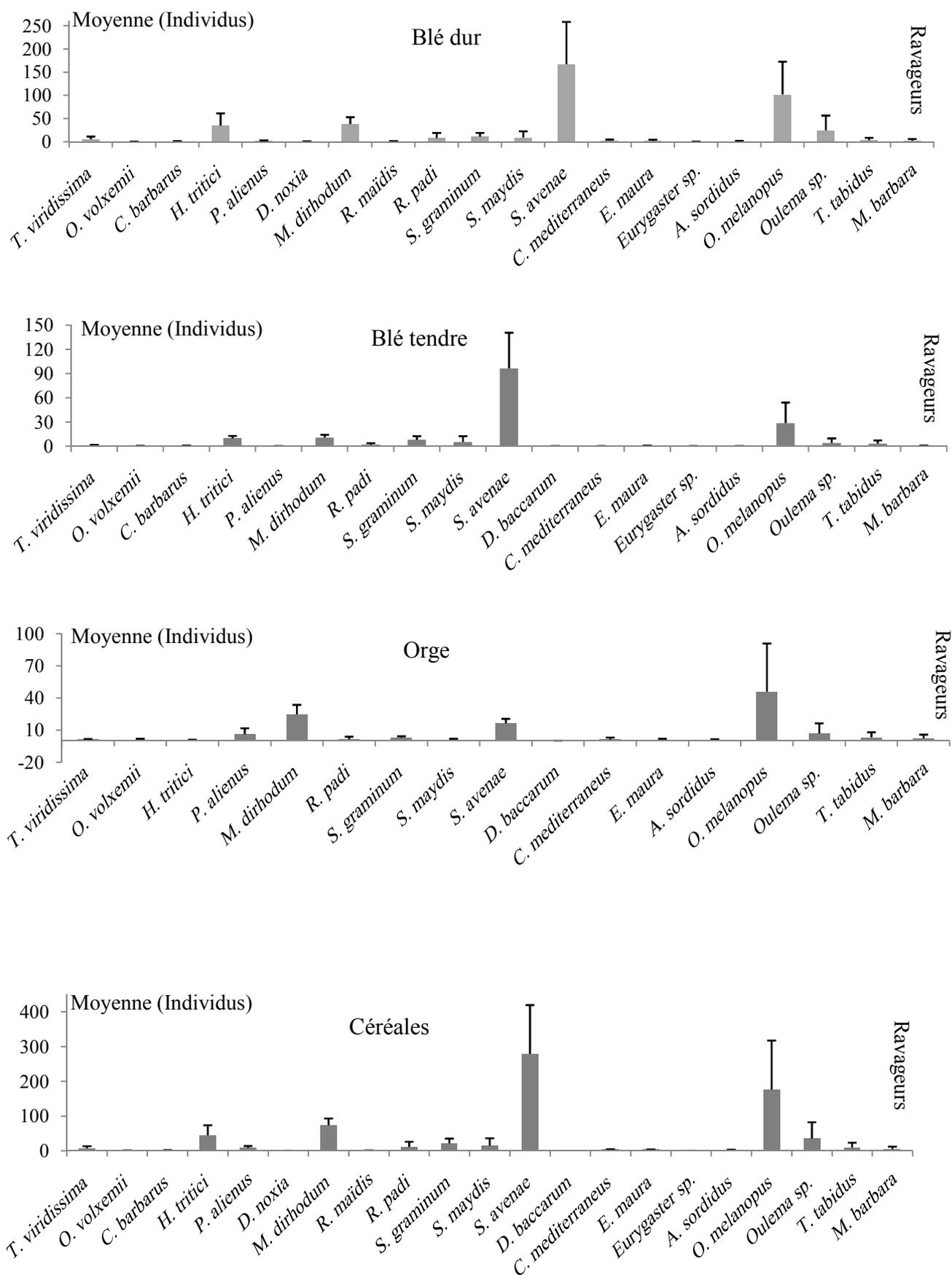


Figure 33 : Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne des insectes dans les trois cultures séparées et confondues dans la zone d'El-Khroub.

2.5.1.3. Dans la région des Hautes plaines

La table de l'ANOVA (Tab. 54) de l'abondance moyenne des ravageurs indique un effet espèces ravageuses hautement à très hautement significatif pour le blé dur, le blé tendre et les céréales, et non significatif pour l'orge. Ainsi, un effet stades biologiques est non significatif sur l'abondance moyenne pour l'ensemble des cultures séparées et confondues. Nous observons que l'effet interaction (Esp. x Bio. Inst.) est non significatif pour les céréales confondues (Tab.54).

Tableau 54 : Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuses et leurs Stades biologiques) des différentes cultures céréalières dans les Hautes plaines. Espèces ravageuses : Esp. ; Stades biologiques de l'insecte : St. Bio. Inst.

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèce ravageur	20	93193	4660	4,65	0,001**
	Effet Stade Biologie de l'insecte	1	980	980	0,98	0,334
	Erreur	20	20027	1001		
Blé tendre	Effet Espèce ravageur	20	36070,4	1803,5	21,63	< 0,001***
	Effet Stade Biologie de l'insecte	1	72,7	72,7	0,87	0,361
	Erreur	20	1667,5	83,4		
Orge	Effet Espèce ravageur	19	6820	359	1,96	0,076
	Effet Stade Biologie de l'insecte	1	109	109	0,60	0,450
	Erreur	19	3480	183		
Céréales	Effet Espèce ravageur	20	97262	4863	6,99	< 0,001***
	Effet Stade Biologie de l'insecte	1	834	834	1,2	0,277
	Effet Interaction (Esp. x Bio. Inst.)	20	15564	778	1,12	0,348
	Erreur	84	58473	696		

Malgré la présence des différences en abondance moyenne entre les deux stades biologiques (larve et adulte) des insectes ravageurs, mais ces différences restent non significatives du point de vue statistique (Fig. 34).

La comparaison des moyennes des espèces déprédatrices du blé dur représente une dominance des deux espèces, *S. avenae* ($197,97 \pm 95,35$ individus) et *O. melanopus* ($117,86 \pm 77,05$ individus) avec des moyennes qui dépassent 100 individus, suivies par *H. tritici* ($61,87 \pm 51,73$ individus), *R. padi* ($50,85 \pm 17,73$ individus), *M. dirhodum* ($48,38 \pm 18,35$ individus) et *Oulema sp.* ($33,32 \pm 43,82$ individus). Les autres espèces sont relativement faiblement présentées (Fig. 35).

Nous comparons les données des pucerons ravageurs sur le blé dur avec les pucerons sur triticales dans l'étude de Krauss & al. (2011) qui ont réalisé un inventaire dans 30 champs de triticales, ils ont trouvé un total de 8835 individus de pucerons, *S. avenae* est la plus dominante (90

%), suivies par *R. padi* (5,4 %) et *M. dirhodum* (4,6 %). En plus, Bencharki & al. (2000) rajoutent que dans la région Settat en Maroc, les deux pucerons *R. padi* et *S. avenae* sont respectivement des vecteurs importants de virus de BYDV, avec des taux de transmission de 38 et 27 %.

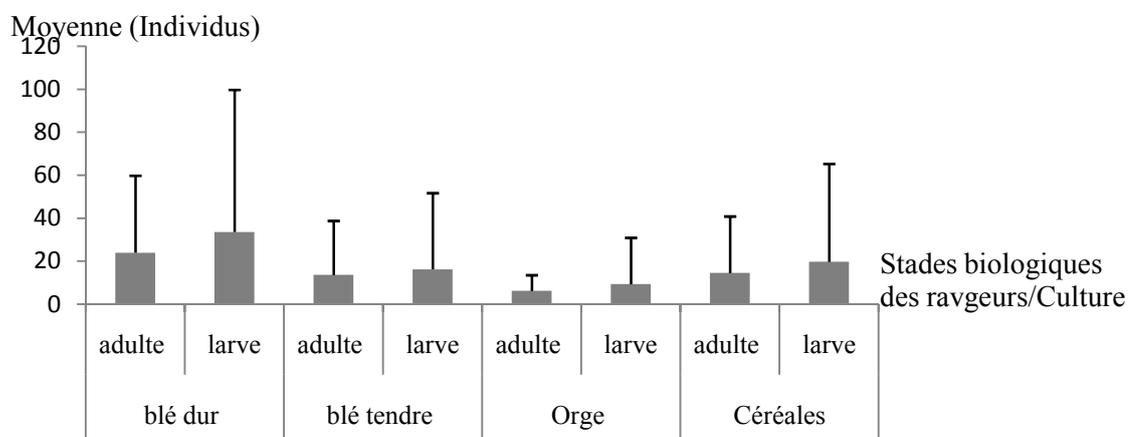


Figure 34 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices selon leurs stades biologiques (larve et adulte) pour toutes les cultures dans la région des Hautes plaines.

En ce qui concerne le blé tendre, le puceron *S. avenae* manifeste une dominance remarquable par rapport aux autres espèces, où elle a dépassé les 120 individus, suivie toujours par les espèces *O. melanopus* ($39,6 \pm 19,56$ individus), *H. tritici* ($35,18 \pm 4$ individus), *P. alienus* ($23,97 \pm 8,58$ individus), *M. dirhodum* ($14,95 \pm 2,85$ individus), *S. graminum* ($14,88 \pm 9,22$ individus) et *Oulema sp.* ($13,5 \pm 4,71$ individus). Nous enregistrons également que les espèces les moins abondantes sont : *O. volxemii* ($0,25 \pm 0,25$ individus), *R. maidis* ($0,73 \pm 0,94$ individus), *D. baccarum* ($0,58 \pm 0,59$ individus), *C. mediterraneus* ($0,57 \pm 0,19$ individus), *Eurygaster sp.* ($0,58 \pm 0,82$ individus) et *A. sordidus* ($0,17 \pm 0,24$ individus) (**Fig.35**).

Notre étude a été réalisée sur 9 génotypes de blé tendre, malgré que nous avons enregistré des infestations par *R. padi*, mais d'une manière générale, cette culture était résistante à ce puceron par rapport aux autres pucerons.

En Hongrie, sur 26 génotypes de blé d'hiver (*T. aestivum*) en plein champs durant les années 1986, 1987 et 1988, Papp & Esterházy (1993) ont estimé des taux d'infestation et les pertes de rendement en grains du puceron *R. padi*. Ils ont montré une corrélation étroite entre l'infestation de *R. padi* chez les différents génotypes de blé et les pertes de rendement en grains ($r = 0,7572$, $P < 0,001$), et même la pubescence des feuilles des variétés étudiées n'influencent généralement pas l'infestation par *R. padi*.

Sur la culture d'orge, les espèces dominantes sont : *O. melanopus* ($57,42 \pm 54,86$ individus), *M. dirhodum* ($26,6 \pm 9,1$ individus), *S. avenae* ($17,71 \pm 2,18$ individus) et *M. barbara* ($11,63 \pm$

16,44 individus). Les espèces moyennement abondantes sont : *P. alienus* ($9 \pm 2,12$ individus), *Oulema sp.* ($8,08 \pm 11,43$ individus), *H. tritici* ($6,88 \pm 4,95$ individus) et *S. graminum* ($6,4 \pm 0,15$ individus) (**Fig. 35**). Nous remarquons l'absence totale de l'espèce *R. maidis* sur l'orge, ce qui indique la non préférence alimentaire de ce puceron sur cette culture. Bien que sur la culture d'orge existe des ennemis naturels des pucerons, mais l'abondance de ces deux pucerons est élevée. Parmi les techniques exploitées par les pucerons, *M. dirhodum* et même autres pucerons des céréales, l'enroulement des feuilles des céréales qui permet aux pucerons de rester plus longtemps sur la culture et aussi de protéger leurs colonies contre les conditions météorologiques défavorables et leurs ennemis naturels (Valialus, 1986 ; Macharia & al., 2002).

Comme chez le cas des ravageurs des blés, les céréales représentent la dominance des mêmes espèces avec les valeurs suivantes : *S. avenae* ($117,26 \pm 93,49$ individus), *O. melanopus* ($71,63 \pm 56,68$ individus), *H. tritici* ($34,64 \pm 33,84$ individus), *M. dirhodum* ($29,98 \pm 17,77$ individus), *R. padi* ($21,13 \pm 24,86$ individus), *Oulema sp.* ($18,3 \pm 23,58$ individus), *P. alienus* ($17,19 \pm 8,24$ individus) et *S. graminum* ($12,8 \pm 8,53$ individus). Alors que les espèces les moins abondantes avec des valeurs inférieures à un individu sont : *O. volxemii* ($0,77 \pm 1,12$ individus), *Eurygaster sp.* ($0,61 \pm 0,69$ individus), *A. srodidus* ($0,66 \pm 0,91$ individus) et *D. baccarum* ($0,82 \pm 0,99$ individus) (**Fig. 35**).

Selon nos résultats, chaque zone (Sétif et El-Khroub) a une spécificité au niveau du classement décroissant d'abondance des espèces ravageuses les plus dominantes et les moins fréquentes sur les différentes cultures céréalières étudiées. Plusieurs conditions qui interviennent dans ce classement, nous citons les conditions climatiques, en particulier la température, la composition physico-chimique de la culture, la période d'attaque, les techniques culturales...Le taux d'augmentation de la population de ravageurs dépend des conditions météorologiques, de la qualité de la plante, de sa résistance et de l'activité de ses ennemis naturels (Kindlmann & Dixon, 1989). La température et les précipitations sont des facteurs importants pour la diversité de la faune d'insectes des céréales (Larsson, 2005). Hullé & al. (2010) notent que ces changements environnementaux "la qualité de la plante, la température et les précipitations" peuvent affecter la dynamique des populations des insectes en influençant la dispersion des individus, et donc leur répartition, en affectant leurs interactions avec la plante hôte et leurs ennemis naturels.

Pour faire une comparaison entre le classement de nos espèces de pucerons et de cicadelles avec ces mêmes espèces sur des cultures céréalières, nous présentons ci-dessous quelques études réalisées dans le monde, nous indiquons la présence de presque le même classement des pucerons, à l'exception de l'espèce *R. maidis*, bien qu'il existe dans nos résultats, mais avec des FA % très

faibles. Car Hemptinne (2004) montre que le pic de reproduction des pucerons va ainsi correspondre au pic de concentration en azote de la sève élaborée, ce qui ne va correspondre qu'à une période de six à huit semaines au printemps. Les résultats de notre étude confirment cette notion qui concerne la précision de la période d'activité et de développement des pucerons des céréales, parce que nous avons réalisé l'échantillonnage en printemps (avril-mai) ce qui coïncide avec la période de pullulation de pucerons, soit à Sétif ou à El-Khroub. La vie des pucerons a évolué dans le sens de la rapidité. Puisque leurs ressources ne sont disponibles que pendant une courte période, il est impératif de se développer et de se reproduire le plus rapidement possible (Kindlmann & Dixon, 1989).

En Allemagne, en Pologne, au Bélarus et en Suède, Larsson (2005) montre que les pucerons les plus répandus sur le triticale sont *S. avenae*, *R. padi* et *M. dirhodum*. Popov & al. (2007) ; Politiko & al. (2008) rajoutent que dans de nombreux pays européens, en particulier, en Roumanie, les espèces ravageuses dominantes sur la même culture sont *S. avenae*, *R. maïdis*, *M. dirhodum*, *S. graminum* et *Psammotettix sp.*

Les effectifs des populations des pucerons les plus dominantes *S. avenae*, *R. padi* et *S. graminum* augmentent après le stade épiaison, alors qu'ils sont très faibles au cours des premiers stades de développement, et l'effectif de *R. maïdis* est généralement très faible, leur nombre d'individus le plus élevé est noté au cours du stade remplissage du grain (Mekaouissi, 2015).

Dans la province du Henan en chine, Wang & al. (2015) confirment que les facteurs les plus fortement associés à la dynamique de la population des pucerons des céréales sont l'apport d'engrais et la température moyenne en février, *S. avenae*, *S. graminum* et *R. padi* sont des pucerons des céréales les plus dominants dans les champs de blé.

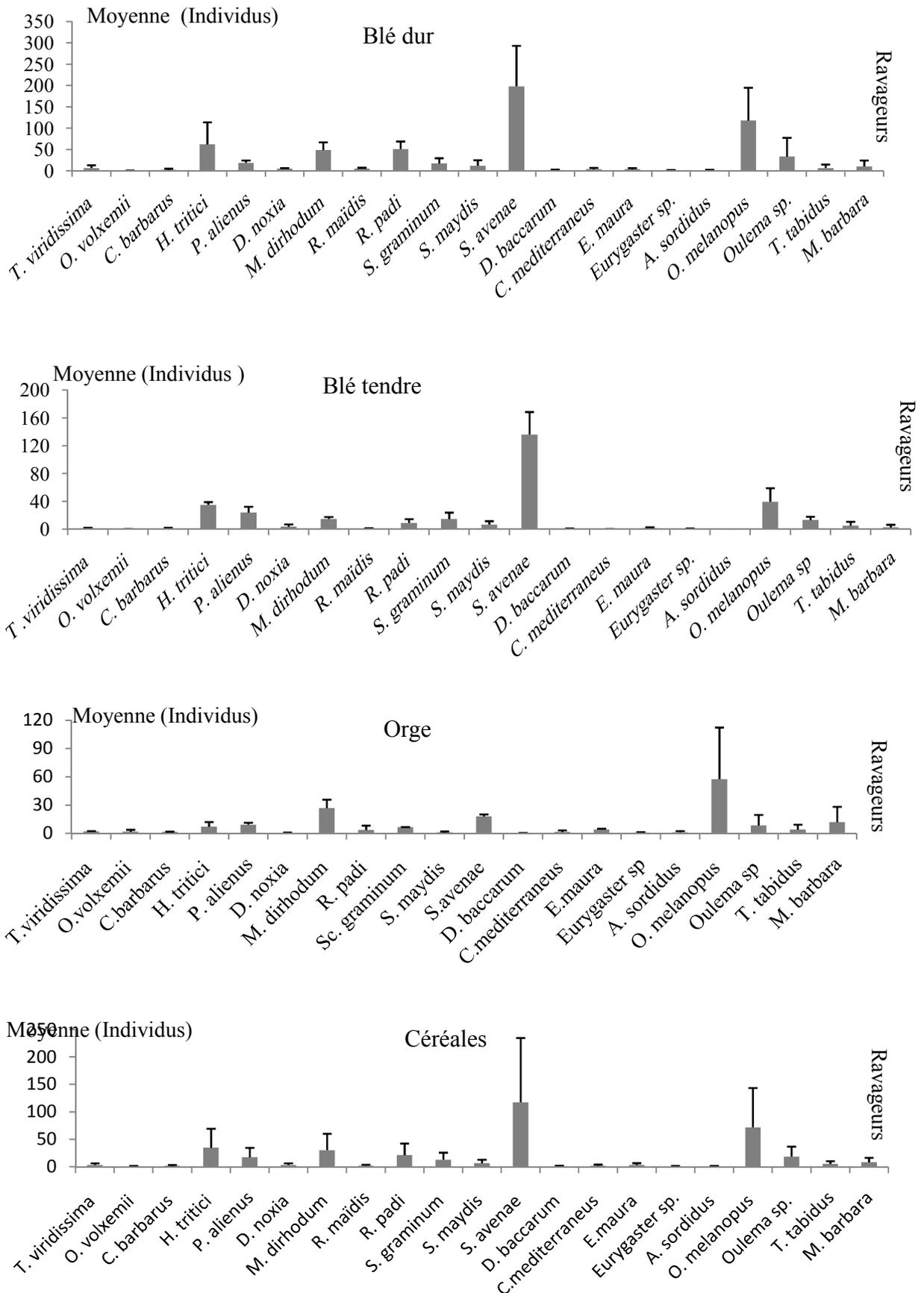


Figure 35 : Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne des insectes dans les trois cultures séparées et confondues dans les Hautes plaines.

2.5.2. Comparaison entre les trois cultures attaquées par les ravageurs dans chaque zone

Les deux espèces *S. avenae* et *O. melanopus* sont les ravageurs communs entre toutes les cultures, aussi elles montrent une supériorité remarquable non seulement dans la région d'El-Khroub, mais aussi dans la région de Sétif et cela par rapport à toutes les cultures céréalières. Le danger représenté par un ravageur dépend de l'espèce et de la plante-hôte et son importance numérique est la résultante de deux groupes de facteurs antagonistes : d'une part, les facteurs biotiques (fécondité, nombre de générations annuelles, possibilités de développement sur les plantes hôtes de la région considérée), d'autre part, les facteurs abiotiques (climat, concurrence alimentaire, parasites, prédateurs) (Appert & Deuse, 1982).

D'une façon générale, nous remarquons que la culture de blé dur dans les régions, Sétif, El-Khroub et Hautes plaines est la plus touchée par les ravageurs ce qui reflète sa sensibilité vis-à-vis à cette classe d'insectes (**Fig. 36**). Le potentiel biologique et l'attaque des principaux ravageurs du blé étaient liés aux changements climatiques, à la biologie des espèces et au développement phénologique des cultures. En plein champs, ces changements influencent sur la structure et l'abondance des populations des ravageurs signalés qui donne un résultat d'une situation de risque dangereux pour les cultures de blé (Malschi & *al.*, 2015).

Le blé tendre dans les trois régions est moyennement résistant aux ravageurs par rapport au blé dur (**Fig.36**). L'intensité de la résistance varie beaucoup d'une culture à l'autre avec les insectes associés (Painter, 1951). Parce que l'alimentation des insectes sur le blé cause divers dommages à la forme et au rendement de la culture. Les conséquences des dommages, c'est-à-dire leur influence sur la croissance et le développement des plantes, ainsi que la quantité et la qualité de la culture, sont assez diverses et dépendent du type de dégâts et de l'abondance des ravageurs présents (Khamraev & Davenport, 2004).

Concernant l'orge, elle montre une résistance remarquable surtout dans la région de Sétif, mais pour les deux régions d'El-Khroub et Hautes plaines, l'orge est moins résistant et ne diffère pas significativement de blé tendre (**Fig. 36**). La non-préférence "renommée antixénose" correspond à une altération du comportement de l'insecte conduisant à une faible ou non reconnaissance de la plante comme hôte. Elle est causée par différents caractères morphologiques, physiologiques et/ou phénologiques qui repoussent l'insecte ou dissuadent le comportement de nutrition ou d'oviposition/parturition (Panda & Khush, 1995).

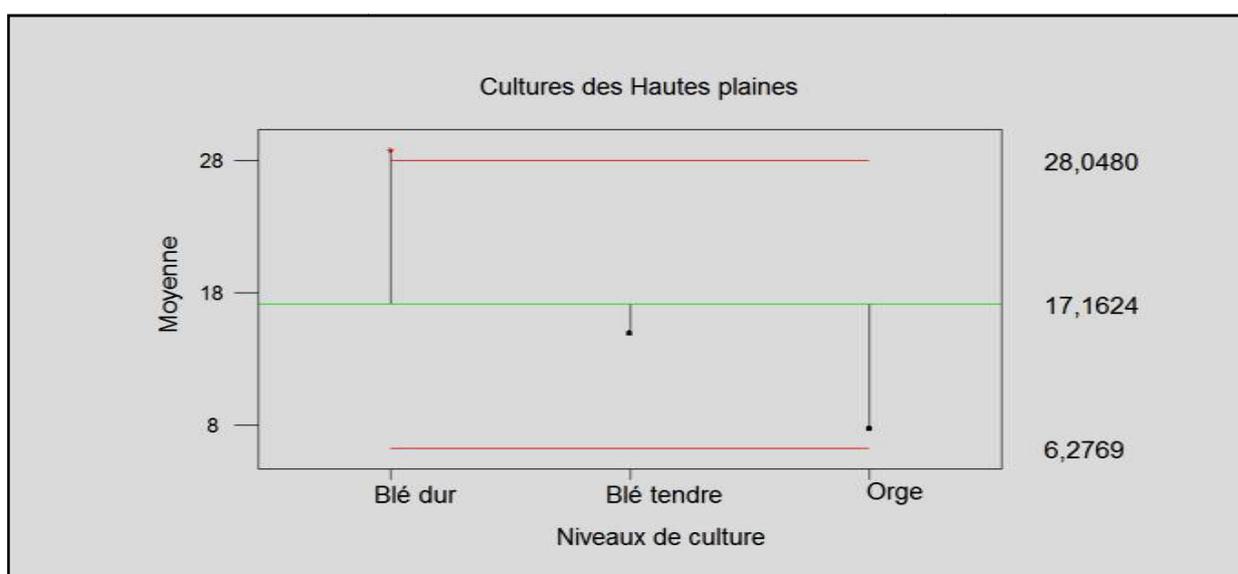
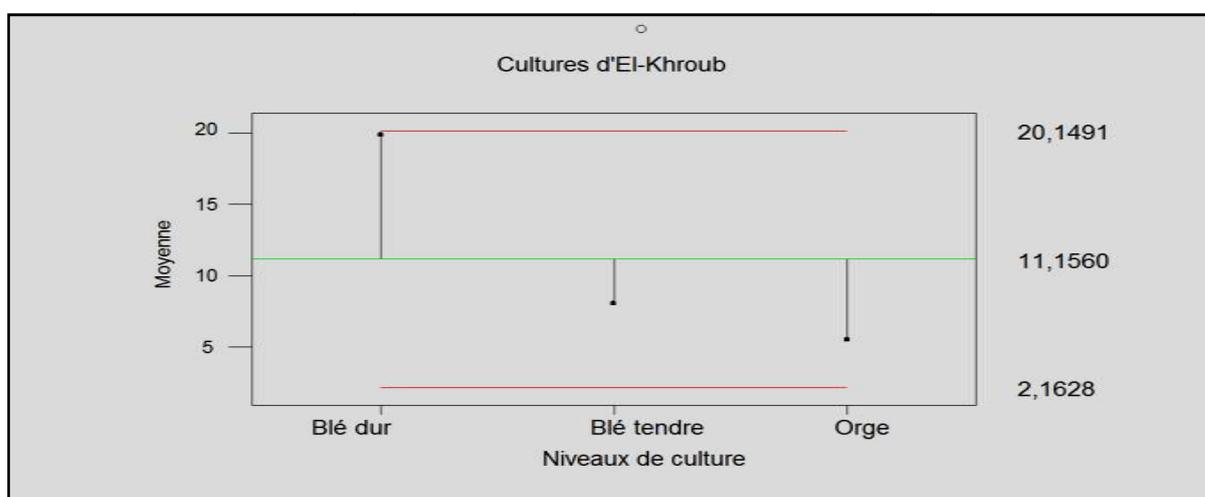
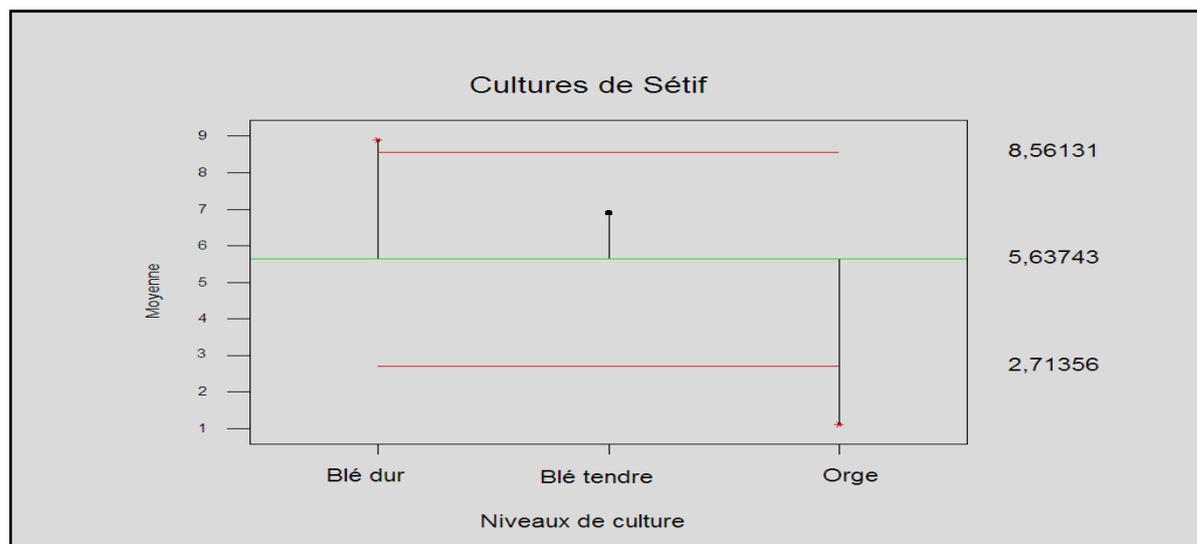


Figure 36 : Abondance moyenne des ravageurs dans les trois cultures dans Sétif, El-Khroub et Hautes plaines.

2.6. Analyse de la variation inter-zone de l'abondance des ravageurs

2.6.1. Analyse de la variance (ANOVA) des moyennes des ravageurs des cultures étudiées dans les deux zones d'étude

L'analyse de la variance de l'abondance moyenne des ravageurs montre un effet espèces ravageuses très hautement significatif pour les cultures de blé dur, blé tendre et céréales confondues, et hautement significatif pour l'orge. L'effet zone est significatif pour le blé dur et les céréales confondues, et non significatif pour le blé tendre et l'orge. Concernant l'effet interaction (Esp. Rav. x Zon.), il est hautement significatif pour le blé dur, le blé tendre et les céréales et non significatif pour l'orge (**Tab. 55**).

Tableau 55 : ANOVA à deux facteurs (espèces ravageuses et zone) des cultures étudiées. Espèces ravageuses : Esp. Rav. ; Zone : Zon.

Culture	Source	DL	SC	CM	F	P
Blé dur	Effet Espèces ravageuses	20	46597	2330	5,83	< 0,001***
	Effet Zone	1	2540	2540	6,36	0,016*
	Effet Interaction (Esp. Rav. x Zon.)	20	25976	1299	3,25	0,001**
	Erreur	42	16776	399		
Blé tendre	Effet Espèces ravageuses	20	18035,2	901,8	11,72	< 0,001***
	Effet Zone	1	27,4	27,4	0,36	0,554
	Effet Interaction (Esp. Rav. x Zon.)	20	4426,2	221,3	2,88	0,002**
	Erreur	42	3230,9	76,9		
Orge	Effet Espèces ravageuses	19	3410	179,5	2,74	0,004**
	Effet Zone	1	241,2	241,2	3,69	0,062
	Effet Interaction (Esp. Rav. x Zon.)	19	1830,8	96,4	1,47	0,149
	Erreur	40	2616,3	65,4		
Céréales	Effet Espèces ravageuses	20	145893	7295	6,61	< 0,001***
	Effet Zone	1	5012	5012	4,54	0,039*
	Effet Interaction (Esp. Rav. x Zon.)	20	63981	3199	2,9	0,002**
	Erreur	42	46320	1103		

Pour l'effet zone, nous observons une différence remarquable de l'abondance moyenne des ravageurs entre les deux zones, pour les deux cultures blé dur et céréales respectivement, la zone d'El-Khroub ($19,89 \pm 44,95$; $33,47 \pm 75,74$ individus) enregistre des valeurs significatives plus élevées que à Sétif ($8,89 \pm 12,58$; $18,02 \pm 22,24$ individus) (**Fig. 37 et 39 A, D**).

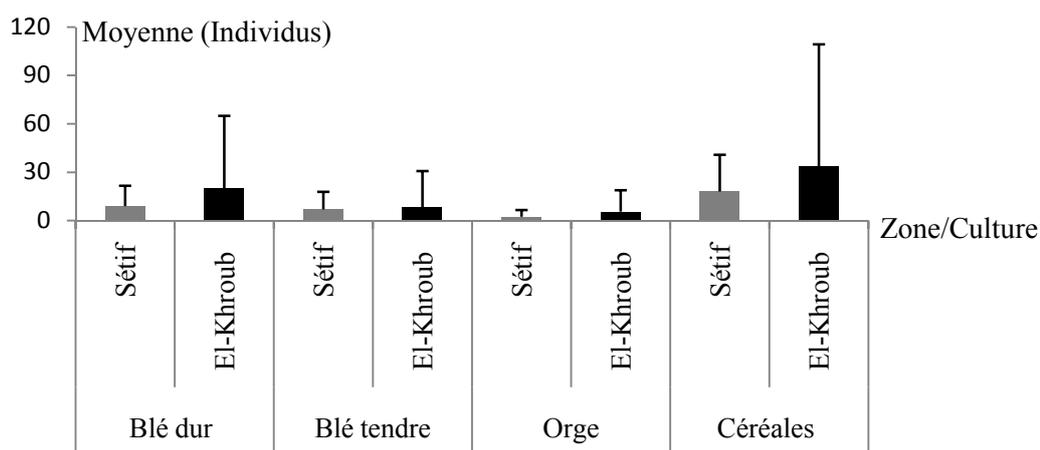


Figure 37 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices pour toutes les cultures dans les deux zones d'étude.

La comparaison des moyennes des ravageurs sur le blé dur et les céréales respectivement révèle que les espèces les plus dominantes sont *S. avenae* ($98,98 \pm 94,55$; $175,9 \pm 144,46$ individus) et *O. melanopus* ($58,93 \pm 64,37$; $107,44 \pm 114$ individus). Malgré que sur ces deux mêmes cultures respectives, les espèces suivantes *H. tritici* ($30,93 \pm 21,55$; $51,96 \pm 24,66$ individus), *R. padi* ($25,43 \pm 21,39$; $31,69 \pm 24,98$ individus) et *M. dirhodum* ($24,19 \pm 18,51$; $44,96 \pm 34,18$ individus respectivement) sont marquées par des valeurs d'abondance moyenne importantes, mais ces valeurs restent significativement inférieures à celles des deux espèces, *S. avenae* et *O. melanopus* (**Fig.38 et 39 A, D**).

Sur ces deux mêmes cultures, la comparaison des moyennes de l'interaction (Esp. Rav. x Zon.) a révélé l'existence de 3 groupes. Le 1^{er} groupe constitué de l'espèce *S. avenae* dans la région d'El-Khroub dont la valeur de l'abondance moyenne est la plus élevée, suivie par un 2^{ème} groupe moyennement abondant composé par l'ensemble des espèces ravageuses dans les deux zones, sauf le puceron *S. avenae* dans la région de Sétif. Ce dernier représente un 3^{ème} groupe moins abondant (**Fig. 38 et 39 A, D**). Roberts & Foster (1983) ont constaté qu'une forte densité de trichomes sur la surface de la feuille drapeau du blé affecte négativement non seulement les dommages d'alimentation d'*O. melanopus*, mais aussi l'effectif de *R. padi*. Nous confirmons que les feuilles drapeaux des variétés de blé étudiés sont moins denses en trichomes, cas elles n'influencent négativement sur l'installation et le développement de ces deux espèces.

Concernant l'espèce *H. tritici* qui est abondante dans les deux zones d'études, les spécimens de cette espèce préfèrent la nourriture des épis des blés par rapport aux feuilles. En Turquie, elle est la plus observée sur les grains de blé (Tunç, 1992). Aussi, au cours des deux campagnes agricoles 1993/94 et 1994/95, une étude a été menée en Espagne par Bielza & al. (1996) sur les dégâts causés

par *H. tritici* sur le blé. Les infestations naturelles enregistrées ont atteint des niveaux très élevés, supérieurs à 200 larves/ épis. Ce qui a diminué plus de 50 % de la production du blé, il touche la réduction du nombre de grains/ épis et le poids de mille grains.

Dans le même étage bioclimatique des deux zones d'étude le semi-aride, Mekaouissi (2015) a réalisé une étude sur les pucerons de blé dur. Il a signalé que les aphides ravageurs caractéristiques de cette culture sont *S. avenae*, *R. padi* et *S. graminum*. Ceci nous a permis de considérer que *S. avenae* et *R. padi* sont les deux pucerons les plus fréquents dans cet étage bioclimatique. Selon Muller & al. (2001) la reproduction et la dispersion des pucerons sont liées à plusieurs facteurs biotiques ou abiotiques comme la présence des plantes hôtes, les ressources de nourriture, les ennemis naturels et les conditions climatiques qui peuvent leur permettre d'avoir, jusqu'à 20 générations par année. Ces facteurs influencent le développement et la densité des colonies de pucerons et par conséquent les dégâts causés sur les différentes cultures (Hullé & al., 2011).

Dans ce contexte, nous comparons nos données des pucerons des deux zones d'étude avec des études réalisées au Kenya et en Ethiopie, mais nous trouvons des résultats différents.

Bien que le puceron *D. noxia*, qui est introduit récemment au Kenya en 1995, mais il est le plus destructeur, suivi par *S. graminum* (Macharia & al., 1997), aussi en Ouganda, Macharia & al. (2016) ont signalé le même cas. Bien que les trois pucerons *R. maidis*, *R. padi* et *M. dirhodum* sont présents avec des faibles moyennes par rapport à *D. noxia* (Macharia & al., 2016), mais ils provoquent des dommages directs sur le blé, en plus ils sont connus comme des vecteurs de nombreuses maladies virales chez les céréales (Irwin & Thresh, 1988).

Par contre, en Ethiopie, une absence totale des espèces de pucerons des céréales dans les champs du blé (Macharia & al., 2016), parce que pendant la principale saison des pluies, les pucerons de céréales ne posent pas de problèmes au blé, à l'exception que cette culture est semée tardivement et aussi est exposée à une sécheresse terminale (Hailu & al., 1989 in Macharia & al., 2016).

D'après l'analyse de ces résultats, nous avons noté l'absence du puceron *S. avenae* dans ces deux études. En plus, *D. noxia* occupent la place dominante dans la région de Kenya par rapport aux autres pucerons. Nous pouvons dire que l'étage bioclimatique influence sur la présence ou l'absence et même sur la dominance de chaque espèce de pucerons.

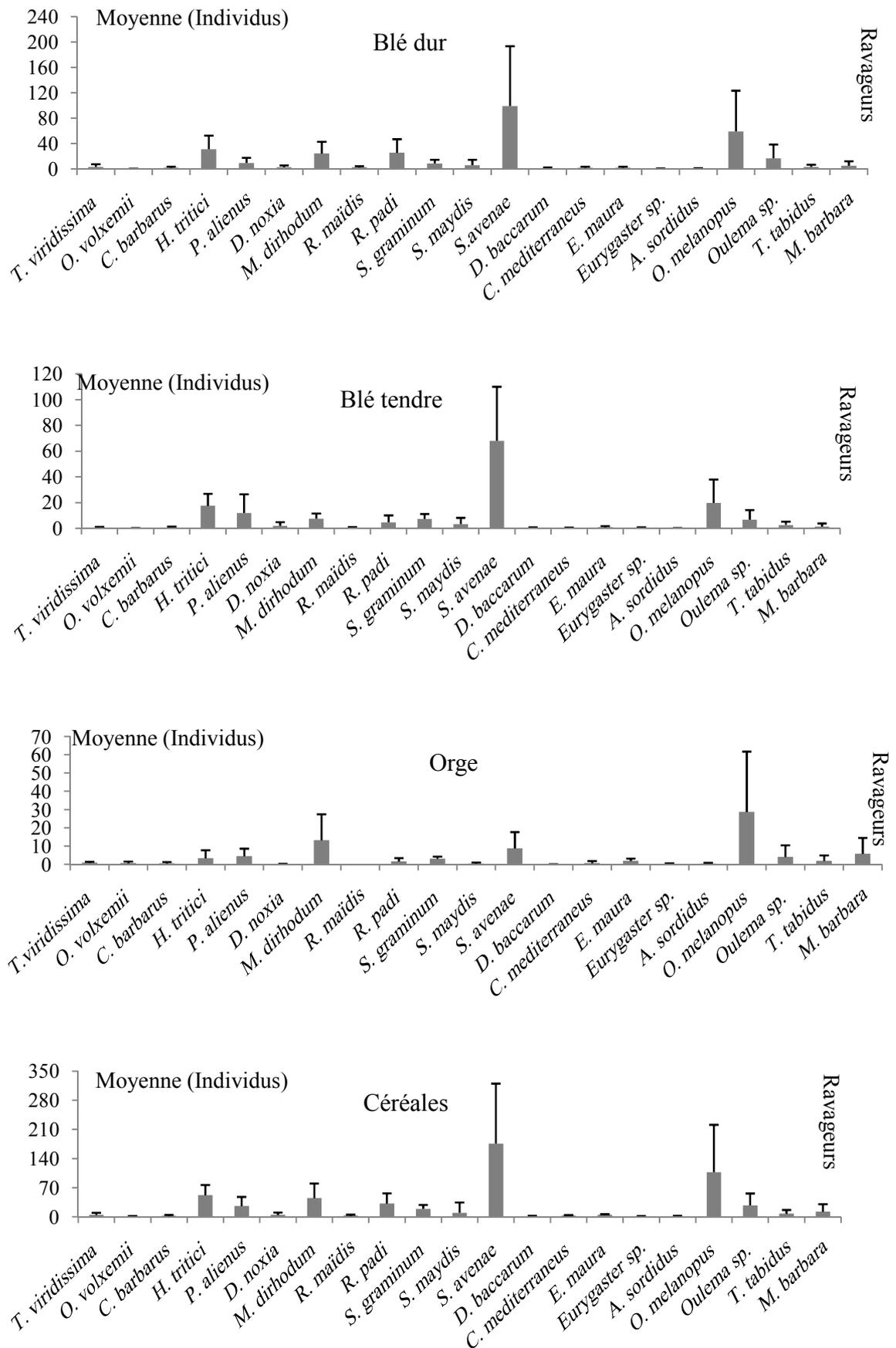


Figure 38 : Les Histogrammes représentant l'effet moyen des espèces ravageuses sur l'abondance moyenne de l'ensemble des ravageurs dans les trois cultures séparées et confondues dans les deux zones d'étude.

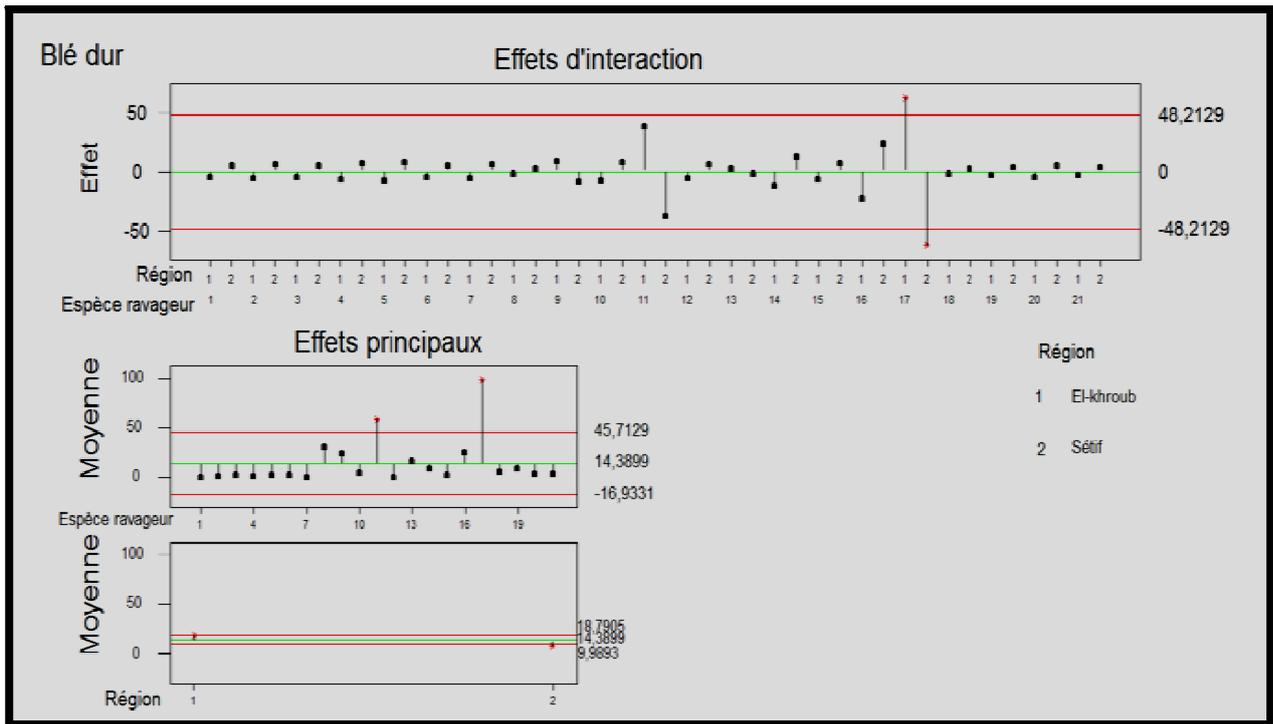
Concernant l'abondance moyenne des ravageurs sur le blé tendre qui révèle pour l'effet espèces ravageuses la dominance du puceron *S. avenae* avec une valeur de $68,06 \pm 42,06$ individus par rapport aux autres espèces. Cependant, pour l'effet zone, nous observons que le groupement des deux zones est dans la même classe, ce qui élimine la présence des différences significatives entre les deux zones, Sétif ($6,9 \pm 10,84$ individus) et El-Khroub ($8,05 \pm 22,57$ individus) (**Fig. 37, 38 et 39 B**).

En revanche, l'effet interaction (Esp. Rav. x Zon.) notant l'existence des mêmes groupes que ceux du blé dur et des céréales (**Fig. 37, 38 et 39 A, D**). La dominance de *S. avenae* pourrait justifier par les conditions favorables dans les deux zones pour son développement. Ce puceron est une espèce hétérocyclique non migratrice. Le puceron anglais complète toutes les étapes de son cycle de vie sur les plantes céréalières et hiverne à l'état d'œuf sur les semis d'automne et les graminées sauvages. Il développe entre 10 à 15 générations par année (Karadjova & Krusteva, 2016).

La comparaison des moyennes de l'abondance moyenne des ravageurs sur la culture d'orge enregistre uniquement l'effet espèces ravageuses significatif, vu que les deux autres effets (zone et interaction) sont non significatifs. L'espèce *O. melanopus* ($28,7 \pm 33,18$ individus) est la plus abondante par rapport aux autres espèces, et elle forme un groupe seul (**Fig. 38 et 39 C**).

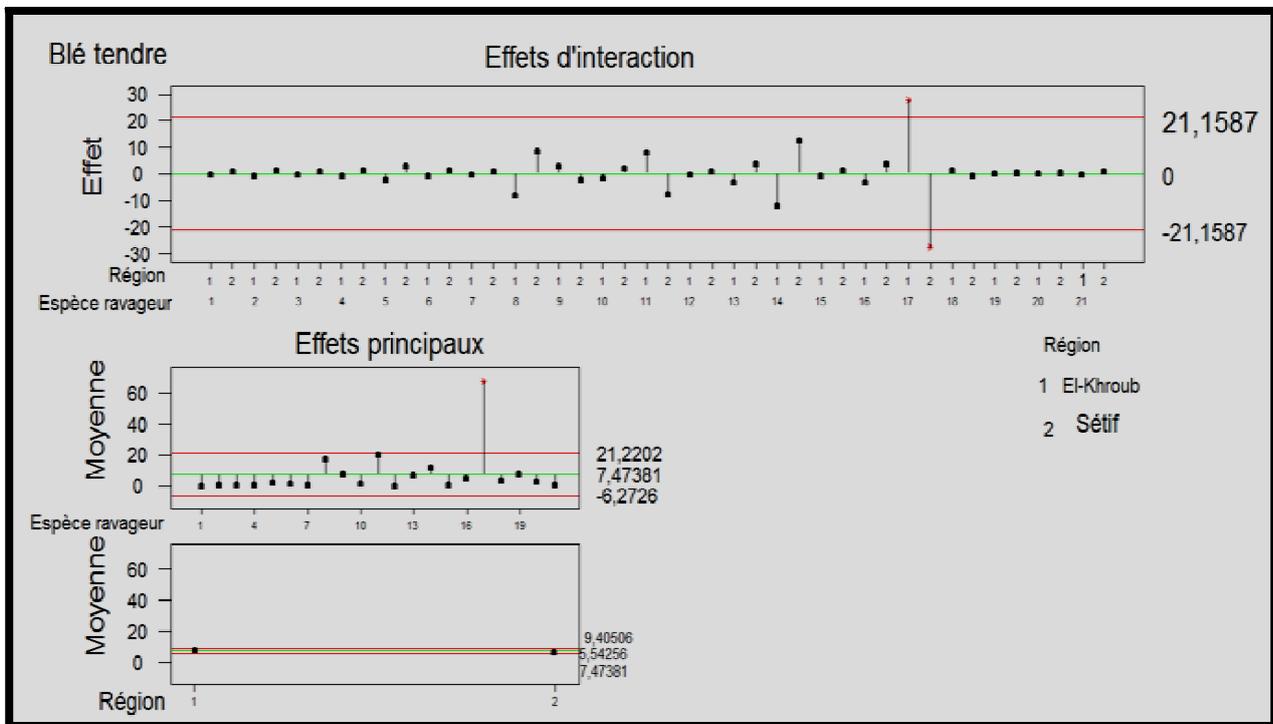
Cependant, Papp (1990) signale que les dégâts causés par *O. melanopus* au moment de leur nourriture sur les feuilles influencent le développement trop tard de ces feuilles qui entraînent des pertes de rendement significatives.

A)

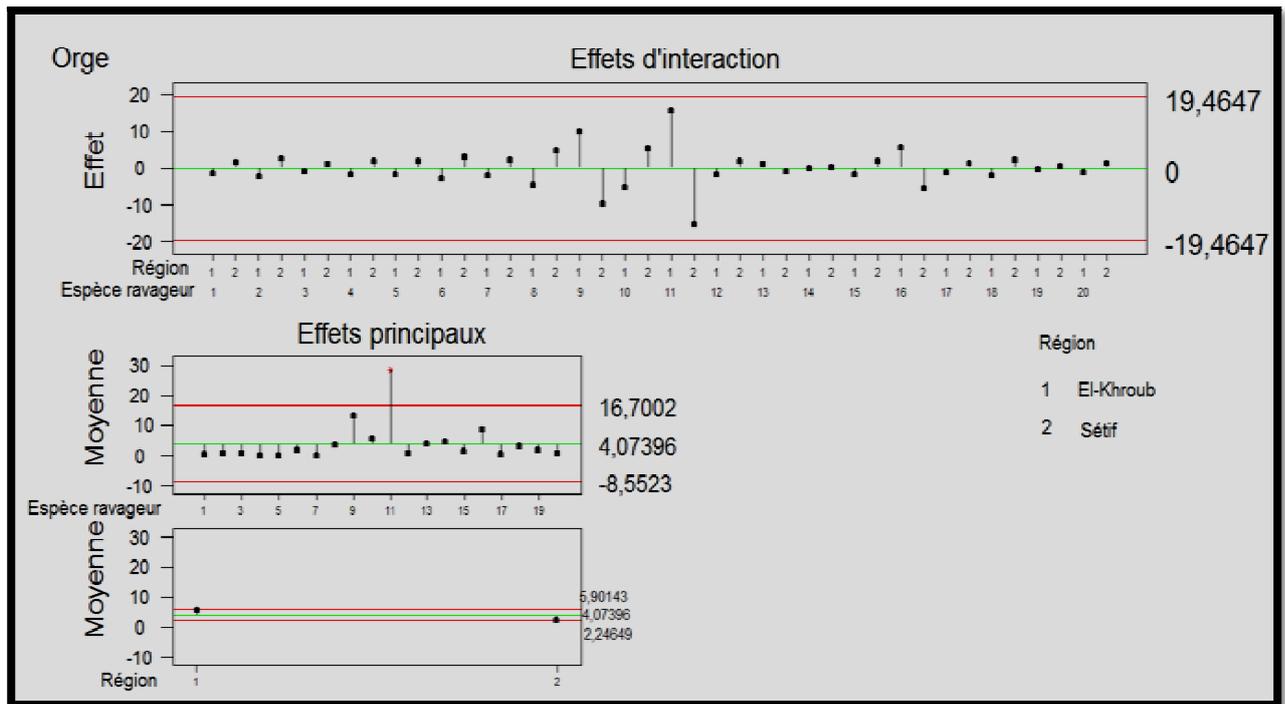


(1) *A. sordidus* ; (2) *C. barbarus barbarus* ; (3) *C. mediterraneus* ; (4) *D. baccarum* ; (5) *D. noxia* ; (6) *E. maura* ; (7) *Eurygaster sp.* ; (8) *H. tritici* ; (9) *M. dirhodum* ; (10) *M. barbara* ; (11) *O. melanopus* ; (12) *O. volxemii* ; (13) *Oulema sp.* ; (14) *P. alienus* ; (15) *R. maïdis* ; (16) *R. padi* ; (17) *S. avenae* ; (18) *S. maydis* ; (19) *S. graminum* ; (20) *T. tabidus* ; (21) *T. viridissima*

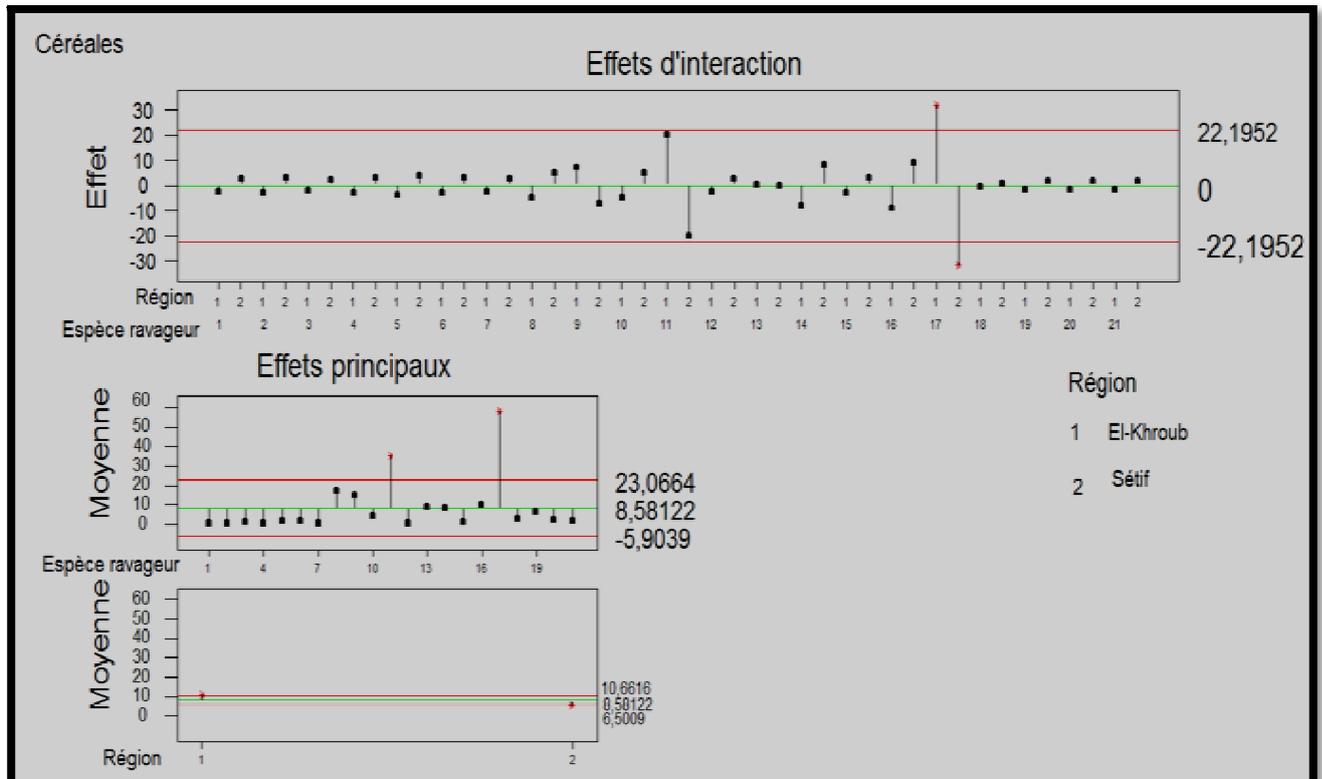
B)



(1) *A. sordidus* ; (2) *C. barbarus barbarus* ; (3) *C. mediterraneus* ; (4) *D. baccarum* ; (5) *D. noxia* ; (6) *E. maura* ; (7) *Eurygaster sp.* ; (8) *H. tritici* ; (9) *M. dirhodum* ; (10) *M. barbara* ; (11) *O. melanopus* ; (12) *O. volxemii* ; (13) *Oulema sp.* ; (14) *P. alienus* ; (15) *R. maïdis* ; (16) *R. padi* ; (17) *S. avenae* ; (18) *S. maydis* ; (19) *S. graminum* ; (20) *T. tabidus* ; (21) *T. viridissima*.



1) *A. sordidus* ; (2) *C. barbarus barbarus* ; (3) *C. mediterraneus* ; (4) *D. baccarum* ; (5) *D. noxia* ; (6) *E. maura* ; (7) *Eurygaster sp.* ; (8) *H. tritici* ; (9) *M. dirhodum* ; (10) *M. barbara* ; (11) *O. melanopus* ; (12) *O. volxemii* ; (13) *Oulema sp.* ; (14) *P. alienus* ; (15) *R. padi* ; (16) *S. avenae* ; (17) *S. maydis* ; (18) *S. graminum* ; (19) *T. tabidus*, (20) *T. viridissima*



1) *A. sordidus* ; (2) *C. barbarus barbarus* ; (3) *C. mediterraneus* ; (4) *D. baccarum* ; (5) *D. noxia* ; (6) *E. maura* ; (7) *Eurygaster sp.* ; (8) *H. tritici* ; (9) *M. dirhodum* ; (10) *M. barbara* ; (11) *O. melanopus* ; (12) *O. volxemii* ; (13) *Oulema sp.* ; (14) *P. alienus* ; (15) *R. maïdis* ; (16) *R. padi* ; (17) *S. avenae* ; (18) *S. maydis* ; (19) *S. graminum* ; (20) *T. tabidus*, (21) *T. viridissima*

Figure 39 : Comparaison des moyennes de l'abondance des espèces déprédatrices pour toutes les cultures dans les deux zones d'étude

2.6.2. Discussion générale des espèces ravageuses les plus dominantes dans les zones d'étude

D'après les résultats des **Figures (31, 33, 35, 37)** de la comparaison des moyennes des espèces déprédatrices, nous constatons toujours que les mêmes espèces déprédatrices dans les différentes zones d'étude sont présentes avec des fréquences d'abondance ou des moyennes plus élevées par rapport aux autres espèces de notre inventaire. Nous pouvons justifier cette présence et la grande abondance en effectif par plusieurs raisons.

Les espèces de pucerons ravageurs '*S. avenae*, *S. graminum*, *R. padi* et *M. dirhodum*' sont les plus abondantes en nombre d'espèces et en effectifs par rapport aux autres espèces déprédatrices, car elles ont une pullulation à deux voies, sexuée et asexuée. Les deux premières espèces préfèrent le blé tendre, la troisième abondante sur le blé dur et le dernier puceron privilégie l'orge. L'ensemble de ces espèces sont signalées dangereuses dans plusieurs régions du monde. Les pucerons des céréales endommagent directement le blé pluvial par la succion de la sève et causent des pertes du rendement allant jusqu'à 90 %, en particulier pendant les années sèches au Kenya (Macharia & al., 2017). Par ailleurs, en Angleterre le rendement est affecté par l'effet direct des pucerons de 10 à 13 % chez le blé, les dégâts sont bien plus importants lorsque les pucerons transmettent des maladies virales, jusqu'à 85 % de pertes chez l'orge infectée par le virus de BYDV (Tatchell, 1989). Aussi, au Maroc, les pertes dues à cette maladie ont pu atteindre 11 et 23 % respectivement chez le blé tendre et chez l'orge (Sayoud & al., 1999).

Ces espèces d'aphides possèdent plusieurs caractères spécifiques concernant leur mode de vie tels que : la voie de multiplication, le nombre de générations par année et leur diversité des plantes hôtes, l'adaptation et l'acclimation de leur taille et leur forme aux différentes conditions environnementales, et enfin ces aphides sont protégés par plusieurs espèces de fourmis. L'ensemble de tous ces critères donnant l'importance à ce groupe des insectes prédateurs par rapport aux autres espèces ravageuses.

Durant la période de notre échantillonnage, nous n'avons pas trouvé des œufs des espèces de pucerons, par contre nous avons signalé la présence de plusieurs colonies de pucerons sur les talles et sur les épis. Ces colonies sont formées par des femelles qui se multiplient par parthénogénèse, et des larves de plusieurs stades (L₁ ; L₂ ; L₃ ; L₄).

Selon Kindlmann & Dixon (1989) ; Dedryver & al. (1998) ; Dixon (1998) ; Simon & al. (2002) ; Christelle (2007) ; Williams & Dixon (2007) montrent que la reproduction parthénogénétique des pucerons leur permet de générer de nombreux individus en un minimum de

temps. Ce mode de reproduction permet aux pucerons de produire des populations de haute densité en très peu de temps durant la période la plus favorable à leur développement. En effet, les lignées asexuées possèdent deux fois la capacité de reproduction des lignées sexuelles, car elles évitent le coût de production des mâles, ce qui constitue un avantage démographique immédiat (Maynard Smith, 1978).

Nous observons la formation des ailés d'une manière remarquable des pucerons durant le début du stade maturation, parce que durant ce stade, les plantes commencent à dessécher et l'alimentation devrait insuffisante pour toutes les populations de 7 espèces de pucerons des céréales. Pour cela les espèces aphidiennes changent leur forme afin d'aller chercher des nouvelles sources de nourriture. Williams & Dixon (2007) montrent que la production des ailés est sous l'influence de différents facteurs biotiques et abiotiques tels que la température, la photopériode mais également la densité des populations ainsi que la qualité nutritionnelle de la plante-hôte. Cette forme ailée est pour assurer les migrations à longue distance lors des changements des plantes hôtes (Harrington & Taylor, 1990 ; Dixon, 1998).

Chaque espèce de pucerons des céréales à un nombre de génération différent de l'autre, car chaque espèce à des plantes hôtes primaires et secondaires. Le cycle de vie des pucerons est variable mais habituellement annuel avec une alternance de différentes plantes hôtes primaires et secondaires en fonction des saisons (Blackman & Eastop, 2000). Les pucerons des céréales complètent environ 10 à 20 générations par année (Wang & *al.*, 2015). Car leur capacité de multiplication très élevée entre 40 et 100 descendants par femelle, ce qui équivaut de 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Kos & *al.*, 2008).

Parmi les plantes hôtes des espèces de pucerons des céréales *D. noxia*, *S. graminum*, *R. maïdis*, *R. padi* et *M. dirhodum*, un inventaire a été réalisé au Kenya par Adugna & Tesema (1987). Ils ont trouvé la folle avoine (*Avena fatua*), le brome (*Bromus sp.*), le seigle sauvage (*Elymus sp.*) et le sétaria (*Setaria sp.*). Ces plantes servent comme des réservoirs pour les pucerons des céréales durant la période sèche. Aussi, les mêmes auteurs ont signalé que les plantes cultivées telles que le blé, l'orge et l'avoine sont des hôtes principales pour les pucerons des céréales. Dans notre étude, nous avons enregistré ces plantes hôtes primaires et secondaires au niveau des deux zones d'étude "Sétif et El-Khroub".

Les données de notre inventaire révèle la dominance de quelques espèces de fourmis, comme *Cataglyphis albicans theryi* ; *Messor barbara* et *Tapinoma nigerrimum*. Nous signalons que cette abondance en effectif élevée des pucerons des céréales est reliée à la présence abondante de ces

trois espèces de fourmis qui jouent le rôle de la survie et de la protection des pucerons contre leurs prédateurs et leurs parasitoïdes. Stadler & al. (2003) montrent deux groupes d'insectes sont très bien connus pour leur relation de trophobie avec les fourmis : les Homoptères et certains Lépidoptères à partir desquels elles collectent le miellat ou le nectar. Les principales familles avec lesquelles ils retrouvent les Aphididés, Cercopidés, Cicadellidés, Coccidés, Fulgoridés, Membracidés, Pseudococcidés et des Psyllidés (Schultz & McGlynn, 2000).

En outre, nous constatons la dominance des autres espèces ravageuses comme *H. tritici*, *P. alienus* et *O. melanopus*, mais elles ont des fréquences différentes sur chaque culture.

Le thrips des céréales "*H. tritici*" est fréquent en effectif sur les trois cultures, mais il préfère le blé tendre. Les adultes et les larves vivent en colonie et aussi ses attaques sont effectuées sur les épis des céréales. Kakol & Kucharczyk (2004) déclarent que les thrips qui infestent les céréales se trouvent généralement derrière la gaine de la feuille drapeau et se nourrissent sur les talles, les feuilles et les épis sont également attaqués.

Durant notre échantillonnage, nous avons capturé plus d'une dizaine des adultes et mêmes des larves de *H. tritici* sur un seul épi des différentes cultures étudiées, mais avant l'émergence des épis, nous les avons remarqué et collecté sur les oreillettes des feuilles. Nous indiquons que le stade épiaison est le plus infesté et préféré par cette espèce, car pendant ce stade la température s'adoucit, ce qui influence l'activité de ce thrips.

La gravité des dommages de *H. tritici* dépend de l'organe infesté, du stade de la plante et du degré de toxicité de la salive du thrips (Tommasini & Maini, 1995). De nombreuses associations existent vraisemblablement entre la diversité des fleurs et la diversité des thrips qui se nourrissent des plantes en général, en particulier les fleurs de graminées (Mound & Kibby, 1998 ; Mound, 2002). Le développement des thrips dépend de la température et de l'hôte, mais peut être assez rapide, permettant à plusieurs générations de se produire au cours d'une seule saison de culture (Ishida & al., 2003).

La cicadelle *P. alienus* est abondante sur le blé tendre par rapport aux cultures. Les cicadelles du genre *Psammotettix* sont oligophages et se spécialisent dans les cultures céréalières comme le blé, l'orge, l'avoine, le seigle et le triticales (Krusteva & Pelov, 1995). Nous avons échantillonné les larves et les adultes de cette cicadelle sur les talles des céréales, les trois plantes céréalières étudiées sont des plantes hôtes pour cette espèce. En Bulgarie, les mêmes auteurs montrent que ces cicadelles développent 2 à 4 générations par année selon les conditions climatiques favorables. Elles

passent l'hiver sous forme d'œufs dans les feuilles des semis de céréales d'automne et des graminées vivaces et à l'âge adulte sous les débris végétaux.

Les deux espèces de criocères *O. melanopus* et *Oulema sp.* sont présentes sur les trois cultures céréalières, mais la 1^{ière} espèce est fréquente sur l'orge et la 2^{ème} sur le blé dur. La 1^{ière} espèce possède des larves et des adultes, mais la 2^{ème} espèce a uniquement des larves. Les adultes d'*O. melanopus* deviennent actifs au printemps, lorsque la température atteint 10 °C et se nourrissent initialement d'herbes sauvages ; l'oviposition commence environ 14 jours après l'émergence des adultes (Helgesen & Haynes, 1972 ; Casangrande & al., 1977 ; Campbell & al., 1989). Dans les deux zones d'étude, la température au début du printemps est favorable afin que le criocère sorte de sa diapause. Les larves et les adultes du Criocère se nourrissent sur la surface supérieure des feuilles des plantes hôtes, en phase végétative (Wellso & al., 1975 ; Buntin & al., 2004 ; Philips & al., 2011). En cas de forte infestation, les feuilles apparaissent en blanc en raison de la diminution de la chlorophylle, et les champs apparaissent comme s'ils ont été endommagés par le gel (CAB International, 2002 in Offert & al., 2004).

3. Importance de l'occurrence des espèces déprédatrices des céréales

3.1. Constance spatiale des ravageurs suivant les cultures dans les zones d'étude

Selon le **Tableau (56)**, la culture de blé dur à Sétif occupe la 1^{ière} place en nombre des espèces déprédatrices (16) constantes pour les deux états biologiques (larve et adulte) par rapport aux autres cultures, avec 7 espèces à l'état adulte et 3 espèces à l'état larvaire. En plus, sur la même culture, nous avons signalé la constance des 6 espèces ravageuses communes entre les deux stades biologiques de l'espèce. Ces espèces sont *H. tritici*, *P. alienus*, *M. dirhodum*, *S. avenae*, *E. maura* et *O. melanopus*. Nous pouvons expliquer cette richesse des espèces constantes sur le blé dur par la diversité des variétés étudiées et aussi la préférence alimentaire de ces ravageurs sur cette culture. Ce qui impliquerait que la morphologie et la composition chimique des variétés du blé à Sétif influent positivement sur l'infestation d'un grand nombre d'espèces ravageuses pour les deux stades biologiques (larve et adulte) par rapport aux cultures.

À cet égard, les conséquences des dommages sur le blé dépendent de l'intensité et de la durée des dommages provoqués par les ravageurs, ainsi que des conditions de croissance des plantes, des conditions environnementales et de la variété des plantes (Khamraev & Davenport, 2004).

L'orge à Sétif est classée comme une 2^{ème} culture qui contient 12 espèces ravageuses constantes, avec les deux espèces communes *E. maura* et *O. melanopus* qui ont des larves et des

adultes au même temps. Aussi, nous avons noté uniquement 6 espèces constantes sous forme adulte et 4 espèces à l'état larvaire (**Tab.56**).

Les ravageurs auraient moins d'incidence sur les cultures plurispécifiques que sur les monospécifiques grâce à l'interférence avec plusieurs stimuli et paramètres culturaux: (i) les stimuli olfactifs des plantes hôtes sont masqués par les autres espèces cultivées, rendant leur localisation difficile, (ii) les stimuli visuels, (iii) la qualité de la plante hôte (Altieri & Nichols, 2003).

Le nombre total d'espèces constantes est de 5 espèces sur le blé tendre dans toutes les zones d'étude, et ainsi pour les céréales des Hautes plaines. Pour les espèces qui ont des larves et des adultes au même temps sont *S. avenae* et *O. melanopus* sur le blé tendre dans ces zones (**Tab.56**).

A El-Khroub, nous avons signalé le nombre total des espèces qui est de 8 espèces pour chacune de culture de blé dur et tendre, avec la présence des deux espèces communes *O. melanopus* et *S. avenae* qui possèdent des larves et des adultes constantes au même temps. Aussi, nous avons enregistré 6 espèces constantes respectives sur l'orge, les céréales à El-Khroub, et sur les céréales aux Hautes plaines, nous indiquons la présence d'une seule espèce commune *O. melanopus* qui contient des larves et des adultes au fur et mesure sur ces cultures (**Tab.56**).

Donc, nous constatons que les adultes et les larves d'*O. melanopus* sont constants sur toutes les cultures dans les deux zones et les Hautes plaines. En plus, les adultes de *S. avenae* sont constants sur toutes les cultures étudiées, alors que les larves sont constantes uniquement sur les blés et les céréales dans ces mêmes endroits (**Tab.56**).

Le criocère *O. melanopus* passe l'hiver comme un adulte sexuellement immature dans une grande diversité de lieux protégés, y compris sous l'écorce, la litière de la forêt et les chaumes (Haynes & al., 1974). Dès que le printemps est arrivé, ces adultes sortent de diapause et commencent l'accouplement, suivi par la ponte et l'émergence des larves sur les différentes cultures céréalières. Les larves de criocères se développent à travers quatre stades entre 12 à 21 jours avant la nymphose (Fillaux, 1968 ; Kauffman & Stoaks, 2002). Pour cette raison que nous avons trouvé ce criocère constant sous forme des deux états biologiques (larve et adulte) sur toutes les cultures.

Les adultes de *H. tritici* sont constants sur toutes les cultures, sauf sur l'orge dans les deux zones et les Hautes plaines, aussi les larves de cette espèce sont constantes sur le blé dur et l'orge à Sétif. Concernant les adultes de la cicadelle *P. alienus* qui sont constants uniquement sur toutes les cultures à Sétif, en plus leurs larves sont constantes sur le blé dur de cette zone (**Tab.56**). Les thrips ainsi que les pucerons et les cicadelles sont des vecteurs dangereux de plusieurs virus et d'autres

agents pathogènes qui favorisant leurs attaques sur les céréales (Malschi & *al.*, 2015). Les dommages causés aux grains des céréales par *H. tritici* sont provoqués par les piqûres alimentaires des larves, et dans une moindre mesure, par les adultes, qui provoquent l'avortement des fleurs et des déformations des grains en remplissage (Bournier, 1983).

Les larves d'*Oulema sp.* sont constantes sur le blé dur à Sétif, aussi sur toutes les cultures céréalières à El-Khroub, et en plus, sur le blé dur, l'orge et les céréales des Hautes plaines. En outre, les adultes de *T. tabidus* qui sont constants sur toutes les cultures, à l'exception de blé tendre et blé dur respectivement à Sétif et aux Hautes plaines (**Tab.56**).

Le cèphe *T. tabidus* a une génération par année, les femelles pondent leurs œufs dans les talles des plantes hôtes, et les larves en développement se nourrissent des talles, ce qui produit des épis vides ou à petites graines. Tous les stades de développement de l'insecte ont lieu dans la plante hôte, à l'exception du stade adulte (Al-Ghannoum & *al.*, 2004). Ceci nous permet à considérer que l'absence des larves de cette espèce sur la majorité des cultures étudiées.

Les deux stades biologiques de *M. dirhodum* sont constats uniquement sur le blé dur à Sétif, et aussi nous avons enregistré des adultes de cette espèce constants sur l'orge à El-Khroub. En revanche, les adultes de *R. padi* sont constants sur toutes les cultures, à Sétif et aux Hautes plaines et en plus sur le blé tendre à El-Khroub (**Tab.56**). Comme chez les autres insectes, la croissance des populations de pucerons est fortement influencée par la qualité de la plante hôte et les facteurs abiotiques (Bale & *al.*, 2007).

Concernant les adultes du puceron *S. graminum* qui sont constants sur le blé dur à Sétif, leurs larves sont constantes sur l'orge à Sétif et sur le blé tendre à l'El-Khroub, alors que leurs deux états biologiques sont notés constants sur le blé dur de cette dernière zone (**Tab. 56**).

Nous pouvons expliquer que les larves de *S. graminum* sont non constantes sur l'ensemble des variétés de blé dur à Sétif et aux Hautes plaines, et aussi il est non constant durant leurs deux stades sur le blé tendre dans ces deux zones, car le choix variétal influence fortement le développement des pucerons, une variété de blé résistante entraîne une diminution du poids des adultes et des performances reproductrices (Robin, 2014).

En outre, nous constatons que les fréquences d'occurrence de différentes espèces de pucerons ravageuses varient d'une culture à une autre. Ceci serait en relation avec des caractères morphologiques et chimiques des variétés de différentes cultures étudiées.

Tableau 56 : Les espèces déprédatrices constantes sur toutes les cultures dans les deux zones d'étude et la région des Hautes plaines. (*) : Absence des larves ; (**) : Absence des adultes.

Zone/Région	Cultures	Stade adulte	Stade larvaire	Espèce commune pour les deux états (adulte et larve)
Sétif	Blé dur	13 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>D. baccarum</i> ; <i>C. mediterraneus</i> ; <i>E. maura</i> ; <i>A. sordidus</i> * ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i> et <i>M. barbara</i> *	9 espèces : <i>C. barbarus barbarus</i> ; <i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. maïdis</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>E. maura</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	6 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>E. maura</i> et <i>O. melanopus</i> .
	Blé tendre	5 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	2 espèces : <i>O. melanopus</i> et <i>S. avenae</i>	2 espèces : <i>O. melanopus</i> et <i>S. avenae</i>
	Orge	8 espèces : <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>E. maura</i> ; <i>Eurygaster sp.</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i> et <i>M. barbara</i> *	6 espèces : <i>O. volxemii</i> ** ; <i>C. barbarus barbarus</i> ; <i>H. tritici</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>E. maura</i> et <i>O. melanopus</i>	2 espèces : <i>E. maura</i> et <i>O. melanopus</i>
	Céréales	7 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i>	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
El-Khroub	Blé dur	5 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i>	6 espèces : <i>T. viridissima</i> ; <i>C. barbarus barbarus</i> ** ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	3 espèces : <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
	Blé tendre	5 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i> *	5 espèces : <i>T. viridissima</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
	Orge	4 espèces : <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i> *	3 espèces : <i>T. viridissima</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	1 espèce : <i>O. melanopus</i>
Hautes plaines	Céréales	4 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i>	4 espèces : <i>T. viridissima</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
	Blé dur	7 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>C. mediterraneus</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>M. barbara</i> *	4 espèces : <i>C. barbarus barbarus</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	2 espèces : <i>O. melanopus</i> et <i>S. avenae</i>
	Blé tendre	5 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i>	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
	Orge	4 espèces : <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i> *	2 espèces : <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	1 espèce : <i>O. melanopus</i>
	Céréales	5 espèces : <i>H. tritici</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus</i>	3 espèces : <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.</i> **	2 espèces : <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>

Nous avons observé que les adultes des deux espèces *D. baccarum* et *A. sordidus* sont uniquement constants sur le blé dur à Sétif. Alors que les adultes de *C. mediterraneus* et *M. barbara* sont constants sur le blé dur à Sétif et aux Hautes plaines (**Tab.56**).

Les pentatomidés utilisent une variété de plantes hôtes au sein d'une génération à l'autre et entre les générations. Les nymphes et les adultes se déplacent dans des espèces végétales identiques ou différentes, qui peuvent être colonisées en séquence (Schumann & Todd, 1982). Pour cela, nous n'avons pas trouvé des pentatomidés constatés au stade larvaires.

En générales, les larves de taupins des Elateridae attaquent les racines, des grains en germination et des jeunes arbres (Dajoz, 1980). Dans notre étude, nous n'avons pas capturé des larves de taupins, car ces larves existent sous le sol et aussi la méthode de leur échantillonnage est signalée difficile par Burgio & al. (2014).

Concernant les espèces des Orthoptères, nous avons noté la constance des larves de *T. viridissima* sur toutes les cultures d'El-Khroub. En revanche, les larves d'*O. volxemii* et *C. barbarus barbarus* sont constantes sur l'orge à Sétif, et en plus cette 2^{ième} espèce est constante sur le blé dur dans les deux zones d'études et les Hautes plaines (**Tab.56**).

A Sétif, Bounechada & al. (2006) ont étudié sur 12 sites écologiquement homogènes, le groupe des Orthoptères les plus dominants, entre 1995 et 1999. L'espèce la plus constante est *O. volxemii* avec une fréquence d'occurrence de 80 %, aussi, l'acridien *Calliptamus wattenwyllianus* est constant.

La sauterelle *T. viridissima* est fréquente à El-Khroub par rapport à Sétif. Cette espèce préfère la nourriture des feuilles de pomme de terre qui contiennent respectivement 1,90 ; 2,92 et 2,80 % de glucose, de fructose et de saccharose (Kolbe & Stephan-Beckmann, 1997 in Antonatos & al., 2013). D'autre part, Cook (1977) confirme que certaines espèces végétales, qui contiennent des hexoses ou des sucres disaccharidiques, peuvent stimuler l'alimentation de certaines espèces d'Orthoptères. Ceci pourrait justifier la constance de cette sauterelle dans la station de CNCC, parce qu'il existe un verger des arbres fruitiers au voisinage de nos champs des céréales, et en plus pendant l'année 2013, ils ont installé une parcelle de pomme de terre aux bordures des micro-parcelles étudiées.

3.2. Constance spatiale des ravageurs suivant les variétés des céréales dans la région des Hautes plaines

Sur l'ensemble de cinq variétés de blé dur, le criocère *O. melanopus* est constant sous forme des deux états biologiques (larve et adulte). Cette espèce est constante à l'état larvaire sur six variétés (Bousselam, Gtadur, Waha, Vitron, Cirta et Simeto), alors que leurs adultes sont constants sur toutes les variétés, sauf Vitron (**Tab. 57**). Gallum & al. (1973) ont montré que les effectifs d'*O. melanopus* aux Etats-Unis sont sensibles à l'effet variétal. En effet, il semble que les variétés de céréales, notamment le blé possédant une pilosité fournie sur leurs feuilles sont moins impactées par les criocères, les poils nombreux limiteraient la ponte et donc le développement larvaire.

Pour l'espèce *Oulema sp.* elle est constante seulement à l'état larvaire sur les trois variétés Gtadur, Vitron et Cirta. Par contre, *H. tritici* est constant uniquement sous forme des adultes sur toutes les variétés, à l'exception des trois variétés Tadjdid, Cirta et Simeto (**Tab. 57**). Les thrips nuisibles des cultures sont généralement des espèces hautement adaptables et polyphages (Funderburk, 2002). Cette capacité d'adaptation se reflète non seulement dans leur capacité à se nourrir de diverses sources, mais aussi dans la variation de la durée de vie des larves, la taille du corps pendant la nymphose et le site de nymphose (Mound, 2005). Pour cela, Özsisli (2011) affirme que les types de céréales hôtes (cultures et leurs variétés), les conditions météorologiques changeantes, le labour du sol, les dates de semis et les ennemis naturels peuvent jouer un rôle important dans la minimisation de la densité des populations de thrips des céréales.

Malgré que le puceron *S. avenae* occupe la 1^{ière} place en FA % sur le blé dur comparé aux autres espèces, mais sa constance pour ses deux états biologiques est signalée sur Gtadur, par contre à l'état larvaires est notée sur Megress. Les deux espèces, *P. alienus* et *R. padi* sont constantes uniquement sous forme adulte, la 1^{ière} espèce sur Megress et Sétifis, et la 2^{ième} espèce sur Megress (**Tab. 57**). En revanche, Mekaouissi (2015) à Batna montre que la variation de l'infestation des variétés de blé dur par les espèces de pucerons serait en relation avec la composition physico-chimique des variétés étudiées. *S. avenae* est l'espèce commune et constante dans les trois variétés Bousselam, Gtadur et MBB. Les autres espèces les plus constantes dans ces trois variétés sont : *D. noxia*, *M. dirhodum* et *S. graminum*.

Le criocère *O. melanopus* est constant sous les deux états biologiques sur Ain-Abid, alors que leurs larves sont stables sur Arz, Anforita, Anapo et Hd1220, et ses adultes sont enregistrés constants sur R'mada. En revanche, aucune espèce ravageuse constantes n'est observée sur Djemila (**Tab.57**). Barbault (2003) dénote que moyens génétiques de lutte contre les ravageurs doivent évidemment être considérés dans le cadre des conditions écologiques propres au système en

cause. La mesure de protection la plus évidente, à caractère préventif, est l'utilisation de plantes résistantes.

Tableau 57 : Les espèces déprédatrices constantes sur les différentes variétés des trois cultures étudiées dans la région des Hautes plaines. (*) : Absence des adultes ; (/) : Absence des espèces constantes.

Cultures	Variétés	L'état adulte	L'état Larvaire
Blé dur	Bousselam	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
	Gtadur	<i>H. tritici</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
	MBB	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	/
	Megress	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>S. avenae</i>
	Setifis	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> et <i>O. melanopus</i>	/
	Tadjdidt	<i>O. melanopus</i>	/
	Waha	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
	Vitron	<i>H. tritici</i>	<i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
	Cirta	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
	Simeto	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
Blé tendre	Djemila	/	/
	Djenat	<i>H. tritici</i> et <i>S. avenae</i>	<i>S. avenae</i>
	Hd1220	<i>H. tritici</i> et <i>T. tabidus</i>	<i>O. melanopus</i>
	R'mada	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	/
	Wifak	<i>H. tritici</i>	/
	Ain-abid	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
	Arz	<i>T. tabidus</i>	<i>O. melanopus</i>
	Anforita	<i>H. tritici</i> et <i>S. avenae</i>	<i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
Anapo	<i>T. tabidus</i>	<i>O. melanopus</i>	
Orge	Barberousse	/	<i>O. melanopus</i>
	El-Fouara	/	<i>O. melanopus</i>
	Saida	<i>O. melanopus</i> et <i>T. tabidus*</i>	<i>O. melanopus</i>
	Tichedrett	<i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	/

Sur les cinq variétés de blé tendre Djenat, Hd1220, R'mada, Wifak et Anforita, nous avons enregistré la constance de *H. tritici* uniquement à l'état adulte. Pour la majorité des espèces phytophages des thrips, les piqures de nutrition des larves du 1^{er} et du 2^{ème} stade ainsi que celles des adultes, sont les plus dommageables aux plantes (Bournier, 1970).

En revanche, *S. avenae* est constant sous les deux formes biologiques sur Djenat et Anforita (**Tab.57**). Même si l'on peut envisager le développement et l'utilisation de variétés à résistances multiples à un groupe de ravageurs, la résistance variétale comme moyen unique de lutte au niveau d'un agroécosystème est utopique, mieux vaut utiliser ces plantes résistantes comme composante d'une stratégie de protection intégrée de la culture (Paitey, 1951 ; Ratnadass, 2007).

En plus, les adultes de *T. tabidus* sont constants sur Hd1220, Arz et Anapo (**Tab.57**). La gestion de *T. tabidus* est concentrée sur deux approches générales, le développement des mécanismes de résistance des cultivars de blé, reposant principalement sur des talles solides (Berzonsky & al., 2003), et diverses opérations de labour au printemps ou le travail du sol en automne visant à détruire les larves et (ou) les nymphes dans les chaumes (Weiss & al., 1987 ; Anon, 1996 in Karso & al., 2015 ; Berzonsky & al., 2003).

La culture d'orge abrite une espèce ravageuse constante et commune *O. melanopus* sous les deux formes biologiques sur Saida, à l'état larvaire sur Barberousse et El-Fouara, et pour la forme adulte sur Tichedrett. Selon Livia (2006), les larves d'*O. melanopus* causent plus de dommages que les adultes, elles consomment une biomasse végétale de 1 à 10 fois leur poids corporel.

En outre, nous avons noté la constance à l'état adulte des trois espèces *T. tabidus* sur Saida, *R. padi* et *S. avenae* sur Tichedrett (**Tab.57**). En France, les principaux vecteurs de l'infection des semis précoces d'orge qui sont responsables de favoriser l'attaque des plantes sont : *R. padi*, *S. avenae* (Jestin, 1992). En Algérie, les symptômes de virus de la jaunisse nanisante étaient surtout observés sur les variétés Saida et Tichedrett (Makkouk & al., 1989). Cependant, dans les Hautes plaines, les deux pucerons *R. padi* et *S. avenae* sont constants sur la variété Tichedrett de la culture d'orge, malgré que *M. dirhodum* est le puceron le plus dominant en effectif sur cette culture, suivi par *S. avenae*. En revanche, il n'existe pas une espèce de puceron constante sur la variété Saida.

Kogan & Paxton (1983) confirment que la résistance induite par les insectes peut également se produire lorsque le système défensif d'une plante est stimulé par des stimuli physiques ou chimiques externes. Pour cela la valeur des cultivars résistants aux insectes, en raison de la réduction des dommages causés par les insectes et les coûts réduits des applications d'insecticide varient selon les conditions économiques (Teetes & al., 1986).

Par contre, le puceron *R. padi* a des faibles abondances sur orge. Les premières tentatives de dépistage actif de la résistance à *R. padi* chez les céréales ont été faites par Hsu & Robinson (1962, 1963) à partir des expériences en serres et aux terrains, ils ont testé 474 variétés d'orge, dont 43 se sont avérées présenter un certain niveau de résistance.

3.3. Constance spatio-temporelle suivant les types de cultures par année d'étude

Selon les résultats du Tableau 58, nous avons signalé l'absence des données de 2012 pour les Hautes plaines, car durant cette année, il n'y avait que les données d'une seule zone d'étude 'Sétif'. La culture d'orge, quand à elle était absente dans les Hautes plaines en 2013, mais se trouvait uniquement dans une seule zone 'El-Khroub'.

Durant l'année 2012 à Sétif, la seule espèce constante est *H. tritici* à l'état adulte sur le blé dur et les céréales. Dans cette même zone, nous avons observé l'absence totale des larves constantes de toutes les espèces déprédatrices sur toutes les cultures pendant les deux années 2012 et 2014 (**Tab. 58**). L'abondance et la répartition des ravageurs dans les cultures céréalières peuvent varier considérablement d'une année à l'autre (Wiktelius & Ekbom, 1985).

En l'année 2013, les espèces *H. tritici*, *P. alienus* et *S. avenae* sont constantes à l'état adulte sur le blé dur, le blé tendre et les céréales à Sétif. En plus, la 2^{ième} et la 3^{ième} espèce sont signalées constantes à l'état larvaire respectivement sur le blé tendre et sur toutes les cultures. Alors que *O. melanopus* est constant sous ses deux formes biologiques sur toutes les cultures, à l'exception de leur état adulte sur le blé tendre. L'activité des insectes dans leur environnement est influencée par une séquence de saisons. La température est particulièrement importante en tant que facteur limitant l'activité des insectes. Les changements de température moyens sont liés aux modifications de la phénologie des insectes (Menéndez, 2007).

Cependant, les larves du criocère *Oulema sp.* sont constantes sur toutes les cultures. Concernant les deux états biologiques du puceron *R. padi* qui sont constants sur le blé dur, mais nous avons enregistré uniquement ses adultes constants sur les céréales (**Tab.58**). A Sétif en 2014, nous avons observé que les adultes d'*O. melanopus* sont constants sur toutes les cultures. Ainsi, les adultes des deux espèces *P. alienus* et *R. padi* sont notés constantes sur le blé tendre et l'orge pour cette cicadelle, mais uniquement sur l'orge pour ce puceron (**Tab. 58**).

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre (Hullé & al., 1999 ; Wang & al., 2015), et peut évoluer très rapidement au sein d'une même culture. Il dépend bien sûr des capacités reproductives propres aux différentes espèces,

mais aussi de facteurs extérieurs dépendant de l'environnement physique et biologique (Hullé & al., 1999).

Tableau 58 : Les espèces déprédatrices constantes suivant les années d'expérimentation sur toutes cultures étudiées dans les deux zones d'étude et les Hautes plaines. (*): Absence des adultes ; (/): Absence des espèces constantes.

Régions	Années	Cultures	L'état adulte	L'état larvaire
Sétif	2012	Blé dur	<i>H. tritici</i>	/
		Blé tendre	/	/
		Céréales	<i>H. tritici</i>	/
	2013	Blé dur	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
		Blé tendre	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> et <i>S. avenae</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
		Céréales	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
	2014	Blé dur	<i>O. melanopus</i>	/
		Blé tendre	<i>P. alienus</i> et <i>O. melanopus</i>	/
		Orge	<i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> et <i>O. melanopus</i>	/
		Céréales	<i>O. melanopus</i>	/
El-Khroub	2013	Blé dur	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
		Blé tendre	/	<i>O. melanopus</i>
		Orge	/	<i>O. melanopus</i>
		Céréales	/	<i>O. melanopus</i>
	2014	Blé dur	<i>M. dirhodum</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
		Blé tendre	<i>T. tabidus</i>	<i>O. melanopus</i>
		Orge	/	<i>O. melanopus</i>
		Céréales	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
Hautes plaines	2013	Blé dur	<i>H. tritici</i> et <i>O. melanopus</i>	<i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> et <i>Oulema sp.*</i>
		Blé tendre	<i>H. tritici</i> et <i>S. avenae</i>	<i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
		Céréales	<i>O. melanopus</i>	<i>S. avenae</i> et <i>O. melanopus</i>
	2014	Blé dur	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
		Blé tendre	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>
		Orge	/	<i>O. melanopus</i>
		Céréales	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i>

Pendant les deux années 2013 et 2014 à El-Khroub, nous avons montré que les larves d'*O. melanopus* sont constantes sur toutes les cultures, mais les adultes de ce criocère se trouvent constants seulement sur le blé dur en 2013 et sur le blé dur et les céréales en 2014 (**Tab.58**). Les individus d'une même espèce peuvent être répartis en populations sympatriques mais séparées dans le temps par leurs périodes d'activité (Dajoz, 2003).

A El-Khroub, nous avons observé que les larves d'*Oulema sp.* et les adultes d'*H. tritici* sont constants sur le blé dur en 2013, alors que en 2014, nous avons signalé que les adultes des deux espèces *M. dirhodum* et *T. tabidus* sont constants respectivement sur le blé dur et blé tendre. Nous indiquons une absence totale des adultes constants des différentes espèces ravageuses sur les trois cultures, le blé tendre, l'orge et les céréales en 2013, et aussi sur l'orge en 2014 (**Tab.58**). Les changements climatiques et météorologiques n'affectent pas le statut des insectes nuisibles, mais affectent également la dynamique de sa population, sa répartition, son abondance, son intensité et son comportement alimentaire (Ayres & Schneider, 2009).

Les larves et les adultes du criocère de céréales *O. melanopus* sont constants sur toutes les cultures dans les Hautes plaines en 2013 et 2014, à l'exception des adultes non constants sur le blé tendre en 2013. En plus, toujours dans la même région, les adultes d'*H. tritici* sont constants sur le blé dur et tendre durant l'année 2013. Alors que durant la même année, nous avons enregistré la constance des larves et des adultes du puceron *S. avenae* sur le blé tendre, mais uniquement ses larves sur le blé dur et les céréales. Aussi, les larves d'*Oulema sp.* sont constantes seulement sur le blé dur en 2013 (**Tab.58**).

Connell & Sousa (1983) ; Strong & al. (1984) ont conclu que les communautés d'insectes phytophages sont constantes dans le temps bien que ce n'est pas absolue. Ces mêmes auteurs ont trouvé que les espèces étaient relativement constantes, malgré les fluctuations à long terme de leurs densités et de leurs abondances relatives avec le temps. Les espèces communes étaient communes d'année en année, tandis que les espèces rares restaient rares la plupart des années

3.4. Constance spatio-temporelle des ravageurs suivant les stades phénologiques dans les zones d'étude

Au stade fin-tallage, les larves d'*O. melanopus* sont constantes sur le blé dur, le blé tendre et les céréales dans la zone d'El-Khroub, et aussi sur le blé dur dans les Hautes plaines. En plus, les adultes d'*H. tritici* et *O. melanopus* sont notés constants sur le blé dur à Sétif, mais les adultes de ce thrips sont constants sur le blé dur dans les Hautes plaines (**Tab.59**).

Dans l'est des États-Unis d'Amérique, les adultes d'*O. melanopus* émergent généralement des sites d'hibernation en mars, avec accouplement et ponte se produisant en avril (Karren, 1986). Les adultes de la nouvelle génération émergent à la mi-juin, avec une émergence de pointe en juillet (Kauffman & Stoaks, 2002), et se nourrissent sur les graminées disponibles pendant plusieurs semaines (Haynes & Gage, 1981 ; Grant & Patrick, 1993 ; Philips & *al.*, 2011). Ceci pourrait expliquer la constance de ce criocère, soit à l'état adulte ou larvaire durant tous les stades phénologiques et sur toutes les cultures céréalières.

Concernant le thrips de céréales qui est constant durant la fin-tallage, car ce stade est en avril, période dans lesquelles les plantes sauvages et mêmes des autres cultures coïncident avec l'apparition de leurs fleurs. Raspudić & *al.* (2009) ont signalé l'espèce *H. tritici* sur les fleurs des plantes de la famille d'Asteraceae.

Dans ce contexte, aucunes espèces de pucerons ne sont constantes au stade fin-tallage, soit à l'état larvaire ou à l'état adulte (**Tab. 59**). En revanche, Saharaoui & *al.* (2015) montrent que l'amélioration des conditions climatiques et l'élévation du seuil thermique à Alger vers le début du mois de mars ont favorisé l'installation des premières populations du puceron *R. padi* et par la suite des espèces *S. fragariae* et *S. avenae* sur les feuilles du blé. El-Fatih & *al.* (2015) rajoute que les taux de développement pour les différents stades biologiques "larve, nymphe et adulte" des pucerons des céréales étaient plus rapides lorsque la température augmente.

A la maturation, les larves de *S. avenae* et *O. melanopus* sont constantes sur l'orge à El-Khroub, par contre les adultes de ce puceron sont constants sur l'orge des Hautes plaines. En plus, les adultes de ce criocère sont constants sur le blé dur et les céréales à El-Khroub, et les céréales des Hautes plaines (**Tab.59**). Dedryver & Di Pietro (1986) ont étudié l'effet variétal sur l'évolution des populations de *S. avenae*, *M. dirhodum* et *R. padi* en champ où ils ont trouvé qu'il y a une différence significative après l'épiaison. Aussi, Gräpel (1982) rajoute qu'une courte période d'infestation par les pucerons avant la floraison n'a entraîné aucune grande réduction des rendements, tandis que l'infestation pendant la période de floraison a causée de sérieux dégâts.

Dans notre cas, ces deux derniers pucerons ne sont pas constants après le stade épiaison, alors que *S. avenae* est constant même après l'épiaison, car il a une forte pullulation durant ce stade sur les épis par rapport aux deux autres pucerons, qui ont installé leurs colonies uniquement sur les feuilles. Aussi, *S. avenae* est le responsable de transmission du virus (BYDV) à la fin de l'épiaison. Le puceron *S. avenae* est également un vecteur de virus (BYDV) (Kennedy & Connery, 2001), qui cause des infections plus graves lors du stade floraison (Wangai & *al.*, 2000).

Dans notre cas, seulement *S. avenae* qui est constant sur l'orge, et qui peut provoquer des dégâts sur cette culture, par rapport aux cultures de blés qui ont marqué la non constance de ce puceron. Selon Kolbe (1970), au moment de la formation du grain ou au stade précoce de la maturité laiteuse, une réduction du rendement du blé de 5 à 10 % a été observée par la présence entre 27 à 35 pucerons/ talles.

Pendant le stade maturation, les larves de *C. barbarus barbarus* et les adultes *C. mediterraneus* sont respectivement constants sur le blé dur dans les deux zones, Sétif et El-Khroub (**Tab.59**).

A Sétif, Bounechada & al. (2006) ont signalé que l'éclosion des œufs de ces Orthoptères des genres "*Ocneridia* et *Calliptamus*" se produit plus tard, au début de mai et avril, leur stade nymphale se développent au cours de mars à juin et même jusqu'au le début juillet. Leurs nymphes ailées apparaissent entre mai à juin, et restent parfois jusqu'à octobre. Ceci expliquerait la constance des larves de *C. barbarus barbarus* pendant le stade maturation qui coïncide avec le mois de juin.

Les piqûres des punaises pentatomidés nuisibles sur les grains de céréales varient suivant l'état de développement du grain au moment de la piqûre. La différence entre des piqûres d'alimentation sur grains au début du stade laiteux, qui en résultent des pertes quantitatives très importantes, et des piqûres plus tardives, au stade laiteux/pâteux, d'alimentation ou d'oviposition, se traduisant par des pertes plutôt qualitatives (Bar & al., 1995 ; Ratnadass, 2007). Ceci nous a permis de considérer que la constance des adultes *C. mediterraneus* qui sont responsables de la déformation des grains de céréales, leur apparition est synchronisée avec le stade maturation.

Nous indiquons une absence totale des espèces déprédatrices constantes sur le blé tendre et les céréales à Sétif, et sur le blé tendre aux Hautes plaines durant les deux stades phénologiques, fin-tallage et maturation (**Tab.59**). Par ailleurs, le changement de la chimie des plantes, causé par l'influence des paramètres climatiques, entraîne un changement de qualité (taille et contenu chimique) en tant qu'hôte des insectes phytophages (Coviella & Trumble, 1999). Dans les zones céréalières au Kenya, lorsque le blé était au stade grain pâteux, la plupart des pucerons céréalières tels que *M. dirhodum*, *R. maidis*, et *R. padi* et *D. noxia* ont tendance à disparaître à mesure que les cultures prêtent à la maturation (Macharia & al., 2004). C'est particulièrement crucial pour les pucerons dont le taux de mortalité lié à la dispersion des hôtes est très élevé (Ward & al., 1998).

Pendant la montaison et sur les trois cultures à Sétif et aussi sur le blé dur aux Hautes plaines, les larves et les adultes d'*O. melanopus* sont constantes. En plus, les larves de cette espèce se trouvent constantes sur les autres cultures, blé tendre et les céréales, à l'exception sur la culture

d'orge aux Hautes plaines. Les larves d'*Oulema sp.* sont constantes sur le blé dur dans toutes les zones d'étude, et aussi sur le blé tendre et les céréales à El-Khroub. En outre, nous avons enregistré la constance des adultes de *T. tabidus* sur toutes les cultures étudiées (**Tab.59**).

Les deux espèces de cèphes *T. tabidus* et *C. pygmaeus* semblent pondre en mars et avril, ce qui cause le plus de dégâts aux cultures céréalières (Berzonsky & al., 2003). La phénologie de ces deux cèphes a été étudiée durant la période de 1982 jusqu'à 1983, en utilisant des filets jaunes pour capturer les adultes et en disséquant les talles infestées pour établir les stades pré-imaginaux. Les adultes sont sortis selon les régions d'étude, soit à la fin de février, soit au début de mars. Les œufs et les larves nouvellement émergées sont apparues en avril. Pendant la diapause des larves ont été trouvées dans les talles coupées entre la fin avril et le début mai (Karso & al., 2015).

Les données sur la constance des ravageurs durant la montaison à Sétif montrent que les deux formes biologiques de *S. avenae* et *P. alienus* sont constantes sur le blé dur, mais sur les céréales, nous avons noté comme espèce constante uniquement *S. avenae* à l'état adulte. Karadjova & Krusteva (2016) déclarent qu'au cours des premiers stades de développement de la plante hôte, les pucerons, les cercopes et les cicadelles aspirent la sève des feuilles et des talles. Après la formation des épis, ils commencent à se nourrir exclusivement des épis. La cause en est un retard de croissance des plantes et la formation d'un nombre réduit de grains mal nourris.

Durant ce même stade phénologique, les adultes des deux pucerons *R. padi* et *M. dirhodum* qui sont constants respectivement sur le blé dur à Sétif, et sur le blé dur et tendre à l'El-Khroub (**Tab.59**).

Abdel-Rahman & al. (2002) ; El-Fatih & al. (2015) ont étudié la croissance, la survie et le potentiel reproducteur de *R. padi*, la température optimale pour son développement sur le blé est estimée de 24 °C. En outre, Auad & al. (2009) ont mentionné que le développement de ce puceron était plus rapide avec l'augmentation de la température. En plus, Leather & Dixon (1981) ont également démontré que les espèces végétales affectent le développement et la fécondité du puceron *R. padi*.

Concernant les captures des ailés de *M. dirhodum* qui sont d'abord plus importantes sur le triticales et l'orge puis sur l'avoine au moment de la floraison (Bonnemaison, 1962 ; Bouchery & Jacky, 1982). Bouchet & al. (1981), ont signalé que *M. dirhodum* ne se développe que sur les feuilles tendres et en particulier sur la face inférieure du limbe. Ceci nous a permis de considérer que ce puceron a trouvé les conditions favorables pour être stable durant la montaison.

Tableau 59 : Les espèces déprédatrices constantes suivant les stades phénologiques sur toutes cultures étudiées dans les deux zones d'étude et les Hautes plaines. (/) : Absence de résultat.

Zones	Stade phénologique	Fin-tallage		Montaison		Epiaison		Maturation	
	Culture	Larve	Adulte	Larve	Adulte	Larve	Adulte	Larve	Adulte
Sétif	Blé dur	/	<i>H. tritici</i> ; <i>O. melanopus</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	<i>C. barbarus</i> <i>barbarus</i>	/
	Blé tendre	/	/	<i>O. melanopus</i>	<i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i>	/	/
	Céréales	/	/	<i>O. melanopus</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/	/
El-Khroub	Blé dur	<i>O. melanopus</i>	/	<i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>H. tritici</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	/	<i>O. melanopus</i> <i>C. mediterraneus</i>
	Blé tendre	<i>O. melanopus</i>	/	<i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>H. tritici</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. maydis</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/	/
	Orge	/	/	<i>O. melanopus</i>	<i>T. tabidus</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/
	Céréales	<i>O. melanopus</i>	/	<i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>T. viridissima</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	/	<i>O. melanopus</i>
	Blé dur	<i>O. melanopus</i>	<i>H. tritici</i>	<i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>P. alienus</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/	/
Hautes plaines	Blé tendre	/	/	<i>O. melanopus</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>S. graminum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/	/
	Orge	/	/	/	<i>T. tabidus</i>	<i>S. graminum</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>T. tabidus</i>	/	<i>S. avenae</i>
	Céréales	/	/	<i>O. melanopus</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>T. tabidus</i>	<i>M. dirhodum</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i> ; <i>Oulema sp.</i>	<i>H. tritici</i> ; <i>M. dirhodum</i> ; <i>R. padi</i> ; <i>S. avenae</i> ; <i>O. melanopus</i>	/	<i>O. melanopus</i>

Durant l'épiaison, nous avons noté que les larves d'*Oulema sp.* sont constantes sur toutes les cultures dans toutes les zones d'étude, alors que les adultes de *S. maydis* sont constants uniquement sur le blé tendre à El-Khroub. Les pucerons sont tributaires de la croissance des végétaux et plus précisément de la concentration en azote de la sève élaborée, donc leur pic de reproduction va correspondre au pic de concentration en azote de la sève élaborée (Ndzana Abanda, 2012). Nous pouvons dire que les adultes de *S. maydis* trouvent leur besoin alimentaire préférable uniquement sur le blé tendre.

Concernant les trois espèces *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *S. avenae* qui sont constantes sur toutes les cultures sous les deux formes biologiques dans toutes les zones d'étude, à l'exception des cas suivants qui sont non constants tels que les larves de la 1^{ière} espèce et les deux états biologiques de la 3^{ième} espèce sur l'orge dans les Hautes plaines, et aussi les adultes de la 2^{ième} espèce sur le blé tendre à Sétif (**Tab.59**).

Les pucerons démontrent généralement une distribution spatiale et temporelle contagieuse caractérisée par une grande densité sur une courte période (Lucas, 2005). La densité des colonies peut toutefois varier selon l'espèce, certaines seront lâches alors que d'autres très denses. Leur distribution sur la plante dépend surtout de la qualité nutritionnelle de la partie colonisée ainsi que de l'intensité de la compétition pour cette ressource (Dixon, 1998).

Pendant ce même stade phénologique, les deux états biologiques de *P. alienus* sont constants sur le blé dur, le blé tendre et les céréales à Sétif, et en plus, les adultes de cette cicadelle sont constants sur le blé dur aux Hautes plaines.

Dans de nombreux champs de blé en Allemagne centrale, les insectes nuisibles de céréales peuvent causer des dégâts énormes dans les deux stades de croissance importants, épiaison et floraison (Freier & al., 2007). Castañera (1979) confirme que l'attaque des céréales par les ravageurs est principalement se produit sur l'épi, à partir de sa formation jusqu'à sa maturité, c'est une période la plus vulnérable aux attaques, car la plante ne peut pas facilement compenser les pertes.

En revanche, les adultes d'*H. tritici* sont constants sur le blé dur, le blé tendre et les céréales à Sétif et aux Hautes plaines. Cependant dans la zone d'El-Khroub, nous constatons que les deux formes biologiques de ce thrips se trouvent constantes sur le blé dur, alors que seulement leurs larves sont constantes sur le blé tendre (**Tab.59**).

Zhichkina & Kaplin (2001) ont signalé que le pic des adultes *H. tritici* ont été observés en juin lors des études menées dans la région de Samara en Russie de 1996 à 1999. Latifian (2003) rajoute que la densité de population de *H. tritici* était élevée pendant la croissance des talles et les stades de floraison et d'épiaison. Aussi, dans une zone céréalière en Turquie, l'émergence des adultes d'*H. tritici* est pendant le stade épiaison des trois cultures, blé dur, blé tendre et orge, durant les deux années d'étude 2002 et 2003, la date de l'apparition de ce stade est la 1^{ière} semaine de mai et la dernière semaine d'avril pour ces deux années respectivement (Özsisli, 2011).

Toujours au stade épiaison, le puceron *R. padi* est constant uniquement à l'état adulte sur le blé dur dans toutes les zones d'étude, sur le blé tendre à El-Khroub, et aussi sur les céréales à Sétif et aux Hautes plaines. En outre, les adultes et les larves de *S. graminum* sont constants dans le blé tendre et l'orge à El-Khroub, aussi sur le blé tendre aux Hautes plaines, par contre nous avons enregistré seulement ses adultes sur le blé tendre à Sétif, ainsi que ses larves qui sont constantes sur les céréales à El-Khroub et l'orge aux Hautes plaines (**Tab.59**).

Segonca & al. (1994) in El-Fatih & al. (2015) ont indiqué lorsque les deux espèces *R. padi* et *S. graminum* existent dans les mêmes conditions climatiques, peuvent avoir des potentiels différents de reproduction, qui peuvent aussi être influencées par d'autres facteurs biotiques ou abiotiques. En plus les études de Michels & Matis (2008) ont montré que les populations de pucerons des céréales sont non nuisibles en début de saison qui permettaient aux densités de coccinelles d'augmenter, ce qui affaiblit la densité du puceron *S. graminum* sur le sorgho et sur le blé.

Papp & Esterházy (1993) ont signalé que sur les plantes au stade pré-épiaison, *R. padi* se développe plus vite avec des spécimens de grande taille, et aussi plus fertile sur l'orge que sur l'avoine ou le blé. Par contre, dans notre cas, nous n'avons pas enregistré *R. padi* comme une espèce constante sur l'orge.

En plus, nous avons observé que *T. viridissima* est constante à l'état larvaire sur le blé dur et les céréales à El-Khroub, et même les adultes de *T. tabidus* sont constants sur le blé dur, l'orge et les céréales à El-Khroub, et sur l'orge aux Hautes plaines (**Tab.59**). Les assemblages de sautereaux peuvent différer selon la composition, la dominance et l'abondance des espèces en raison des différences de végétation, de sol, de température et d'humidité de leur habitat (Mulkern, 1980 ; Joern, 1982). Lorsque la température atteint 30 °C, elle entre d'une manière significative dans la consommation de la surface foliaire par *T. viridissima*, qui était d'environ 25 à 40 %. Cela montre clairement qu'une température plus élevée augmente la quantité de tissu végétal consommé et donc la perte de rendement (Antonatos & al., 2013).

Nous constatons que le stade épiaison qui englobe la période de floraison est le plus riche en espèces ravageuses constantes et aussi le plus infesté par ces espèces comparé aux autres stades. L'épiaison c'est le stade qui favoriserait l'accueil d'un peuplement des ravageurs constants et aussi les plus diversifiés, soit à l'état adulte ou larvaire. Boisclair & Fournier (2006) in Ouali-N'Goran & al. (2017) montrent que pendant les deux stades de développement 'floraison et maturation des grains', la plante a diverses ressources nutritives suffisantes pour une grande variété d'insectes nuisibles en tant qu'aliments. Ces deux stades sont donc les plus vulnérables pour les cultures céréalières (Hazzard & al., 2007).

4. Dynamique des populations d'*Oulema melanopus* sur six variétés de blé dur dans la zone de Sétif

L'étude de la dynamique des populations d'*O. melanopus* a été effectuée durant trois années d'étude (2012, 2013 et 2014), sur six variétés de blé dur 'Bousselam, Waha, MBB, Megress, Setifis et Tadjdid'.

➤ Résultats

En 2012, le stade montaison est le plus infesté par *O. melanopus* sur les variétés Setifis (8 ± 8 individus) et MBB ($4,5 \pm 4,5$ individus). Au stade 'fin tallage, Setifis est la seule variété touchée avec $0,5 \pm 0,5$ individus. En revanche, le stade 'maturation' n'est pas affecté pour toutes les variétés étudiées (**Fig.40**). L'analyse d'ANOVA signale que la variation des effectifs d'*O. melanopus* en fonction des stades phénologiques est hautement significative en 2012. Cette variation est également significative en fonction des variétés et aussi en fonction de leur interaction (V. x SP.) (**Tab.60**).

En 2013, Tadjdid a été la variété la plus infestée pendant les deux stades, fin tallage (28 ± 1 individus) et montaison ($13 \pm 12,12$ individus). Pour les deux variétés Megress et Waha, l'épiaison enregistre la plus grande infestation. Ce criocère est également présent durant le stade maturation sur toutes les variétés, à l'exception de MBB (**Fig.40**). Les analyses de l'ANOVA indiquent que la variation des effectifs d'*O. melanopus* en 2013, en fonction des variétés et des stades phénologiques est très hautement significative. Cette variation est hautement significative en fonction de l'interaction de ces deux effets (V. x SP.) (**Tab.60**).

En 2014, durant la fin-tallage, l'infestation de ce criocère est absente sur les variétés Bousselam et Megress, alors que pour ce même stade sur la variété MBB, une attaque est signalée avec une moyenne élevée de $7 \pm 0,5$ individus. Le stade épiaison est le plus touché comparé au stade montaison pour les deux variétés Waha ($7,66 \pm 9,29$ individus) et Megress (3 ± 3 individus). Pour la variété Setifis, le stade montaison est le plus infesté, avec une absence totale du criocère

pendant l'épiaison (**Fig.40**). Au stade maturation, nous avons enregistré une moyenne des effectifs est de $2,33 \pm 2,08$ individus pour la variété Waha.

En 2014, l'analyse de variance révèle que la variation des effectifs d'*O. melanopus*, en fonction des variétés, est significative, mais cette variation est très hautement significative en fonction des stades phénologiques et de la combinaison (V. x SP.) (**Tab.60**).

Par ailleurs, durant les trois années d'étude, la dynamique des populations d'*O. melanopus* enregistre une grande variation d'une variété à une autre, avec des pics d'infestation notés pour les variétés locales Setifis et Tadjdid, mais MBB reste la variété la moins peuplée par ce criocère (**Fig.40**).

Tableau 60 : Résultats de l'ANOVA appliquée aux effectifs totaux recensés d'*O melanopus* sur blé dur dans la zone de Sétif durant trois années d'étude.

Source	DL	2012		2013		2014	
		CM	<i>P</i>	CM	<i>P</i>	CM	<i>P</i>
Effet Variété (V.)	5	9,65	0,034*	139,5	< 0,001***	22,45	0,013*
Effet Stade phénologique (SP.)	3	18,5	0,004**	198,8	< 0,001***	140,35	< 0,001***
Effet Interaction (V. x SP.)	15	8,35	0,015*	80	0,001**	28,05	< 0,001***
Erreur	48	3,63		23,3		6,85	

➤ **Discussions**

L'infestation du blé dur par *O. melanopus* dans la zone de Sétif est signalée d'importantes variations pendant les trois années d'étude. Mais, l'année 2013 est considérée comme la plus favorable au développement du criocère comparée aux deux autres années. Suivant les deux facteurs climatiques "précipitation et température", l'année 2013 était la plus pluvieuse (425,96 mm) en terme de précipitations par rapport à 2012 et 2014 avec respectivement de 384,28 et 369,77 mm. En plus, la moyenne des températures des trois mois d'étude "avril, mai et juin" et durant les années d'étude "2012, 2013 et 2014" sont respectivement de $18,05 \pm 7,25$; $15,63 \pm 3,89$ et $17,07 \pm 4,09$ °C. Philips & al. (2012) affirment que lorsqu'il existe une corrélation entre la température et la dynamique d'*O. melanopus* et en plus elle est bien mise en évidence, il sera beaucoup plus facile de prévoir les infestations du criocère des céréales.

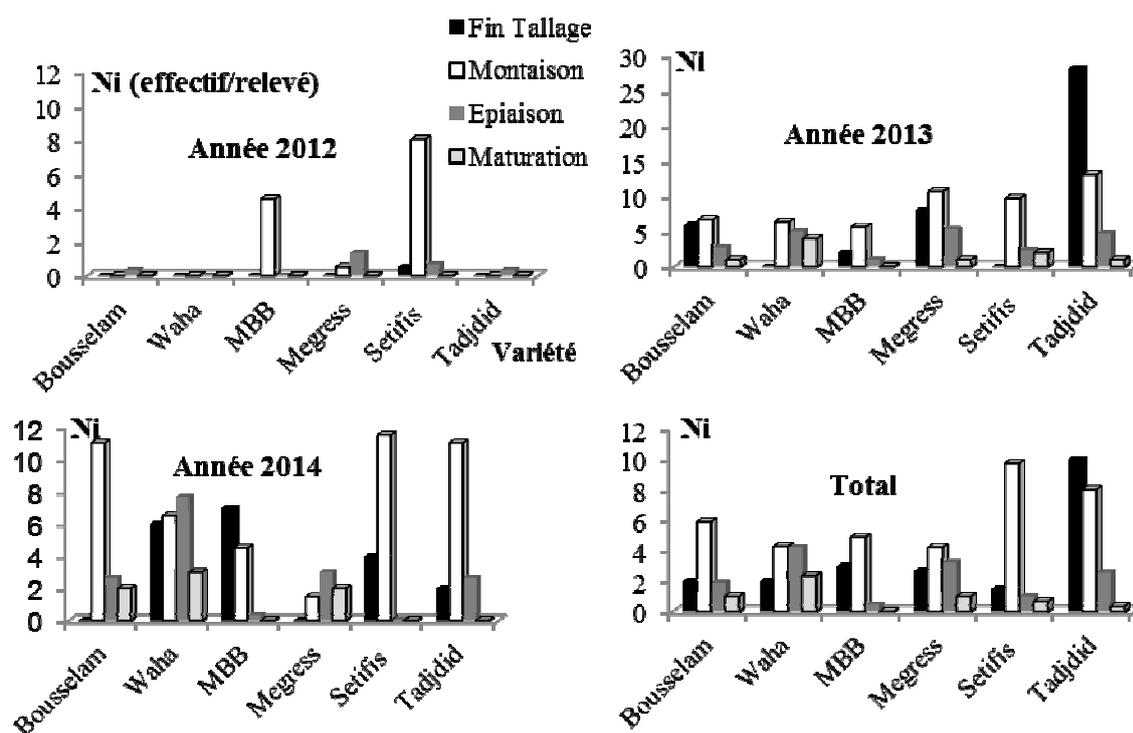


Figure 40 : Variation pluriannuelle des effectifs moyens d'*O. melanopus* sur six variétés de blé dur suivant les stades phénologiques de la plante hôte dans la zone de Sétif.

Durant l'année 2013, nos relevés sont réalisés sur des micro-parcelles de petites dimensions (6 m² x 3 répétitions) comparées aux deux années 2012 et 2014. En plus, les micro-parcelles étudiées en 2012 et en 2014 étaient placées au voisinage des deux cultures "avoine et orge", mais en 2013, ces cultures adjacentes sont absentes. Ceci expliquerait l'apparition d'effectifs élevés de ce ravageur sur le blé dur durant cette année. Les facteurs climatiques ne sont pas les seules qui influencent dans la limitation de la densité potentielle des populations d'*O. melanopus*. A cet égard, les techniques culturales réalisées avant et après l'installation de la culture céréalière sont parmi les principaux facteurs qui interviennent dans le déroulement du cycle de développement de la plante hôte et ses ennemis. Philips & al. (2011) montrent que *O. melanopus* dans son aire de répartition naturelle, se nourrit de nombreuses espèces de graminées et est considéré comme un ennemi primaire pour les cultures d'avoine, d'orge et de blé tendre. Ainsi, Price & al. (1980) observent que les deux cultures "orge et avoine" sembleraient plus attractives au criocère que le blé. Sawyer & Haynes (1985) rajoutent que les modèles de simulation suggèrent que le bord du champ, la taille et l'environnement de l'habitat sont les principaux facteurs contribuant aux infestations d'*O. melanopus*.

Par ailleurs, les dates de semis de blé stimulent ou empêchent le développement et la précocité ou la tardivité des stades phénologiques du blé dur, ainsi que celui de ses ennemis naturels. Nous pouvons signaler que le semis tardif effectué en décembre, pendant la campagne agricole 2012-2013 a probablement favorisé l'installation du criocère.

Nous avons enregistré une grande variation interannuelle pour les taux d'infestation des six variétés étudiées par *O. melanopus*. En général, Tadjdid est la variété la plus touchée par ce ravageur, mais MBB est la variété la moins infestée. McPherson (1983) ; Grant & Patrick (1993), les infestations d'*O. melanopus* peuvent être sporadiques et très variables, parce que cette espèce est connue pour ses nettes préférences pour quelques plantes hôtes comparées à d'autres cultures céréalières. En effet, le "choix variétal" par ce criocère enregistre une préférence aux deux variétés Tadjdid et Setifis par rapport aux autres variétés.

Sur l'ensemble des variétés étudiées et pendant toute la période d'étude, les effectifs moyens de ce ravageur signalent que la montaison est le stade le plus touché par ce criocère. Les résultats d'ANOVA révèlent que la variation des effectifs d'*O. melanopus* en fonction des variétés (V.), en fonction des stades phénologiques (SP.) et de la combinaison (V. x SP.) est significative. Pour commencer à comprendre quand et où les épidémies d'*O. melanopus* pourraient se produire, l'interaction des divers facteurs avec les populations de criocère dans les champs de blé doivent être envisagées (Philips & al., 2012).

L'interaction entre l'effet variété et l'effet stade phénologique représenterait ainsi un autre facteur combiné "choix spatio-temporel" pour ce criocère. Sutherst (2000) ; Philips & al. (2012), affirment l'existence d'autres facteurs physiques et biotiques modifiant la densité potentielle de la population d'*O. melanopus*, tels que : l'habitat, la nourriture, la qualité de la plante hôte et l'abondance d'autres espèces de type ennemis naturels ou des espèces concurrentes. Ainsi, les différences marquées en termes de qualité des plantes hôtes et de microclimat sont enregistrées comme des avantages indirects pour la sélection de ce ravageur, par rapport aux différents types de ses plantes hôtes préférées (Honěk, 1991).

5. Analyse de la variance temporelle "intra et interannuelle" de la dynamique des peuplements de *Sitobion avenae* et *Coccinella septempunctata*

Cette analyse de variance a été réalisée à partir des données relatives à l'espèce ravageuse *S. avenae* et l'espèce prédatrice *C. septempunctata* sur six variétés de blé dur (Bousselam, Cirta, Gtadur, Simeto, Waha et Vitron), durant les différents stades phénologiques du blé dur, en deux années 2013 et 2014, ainsi que durant l'ensemble de ces deux années dans la zone d'El-Khroub.

Nous avons choisi d'analyser les données de ces deux espèces, parce que *S. avenae* est l'espèce qui occupe la 1^{ière} place en FA % sur la culture de blé dur. Selon Grima & al. (1993) ; Aheer & al. (1994) ; Suhail & al. (2013), le blé est une culture gravement menacée par plusieurs espèces de pucerons, mais *S. avenae* est l'espèce potentielle qui cause des pertes énormes de rendement en grain chez le blé. Concernant le choix de la 2^{ième} espèce aphidiphage *C. septempunctata*, il a été fait afin de montrer la relation entre ces deux espèces, la proie et son prédateur. Iablokoff-Khnozorian (1982) dénote que l'espèce *C. septempunctata* est aphidiphage par excellence, parmi les espèces de pucerons les plus préférées à consommer sont *S. avenae* et *R. padi*.

Tableau 61 : Analyse de la variance à deux facteurs (Espèces ravageuse/ prédatrice et Stade phénologique) de la culture du blé dur dans la zone d'El-Khroub. Espèces ravageuse/ prédatrice : Esp. Rav./Pré ; Stade phénologique : SP.

Années	Source	DL	SC	CM	F	P
2013	Effet Espèces (Rav./Pré.)	1	2832,8	2832,8	29,18	< 0,001***
	Effet Stade phénologique	3	12113,1	4037,7	41,59	< 0,001***
	Effet Interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.)	3	12652,1	4217,4	43,45	< 0,001***
	Erreur	40	3882,9	97,1		
2014	Effet Espèces (Rav./Pré.)	1	2,52	2,52	0,48	0,493
	Effet Stade phénologique	3	130,56	43,52	8,28	< 0,001***
	Effet Interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.)	3	20,9	6,97	1,32	0,280
	Erreur	40	210,28	5,26		
2013 et 2014	Effet Espèces (Rav./Pré.)	1	1333	1333	5,76	0,019*
	Effet Stade phénologique	3	7340	2447	10,57	< 0,001***
	Effet Interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.)	3	6159	2053	8,87	< 0,001***
	Erreur	88	20370	231		

La table d'ANOVA (Tab. 61) indique que durant l'année 2013, les trois effets : espèces ravageuse/ prédatrice, stade phénologique et interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.) sont très hautement significatifs, mais en 2014, nous avons noté seulement un effet stade phénologique qui est très hautement significatif, et les deux autres effets sont non significatifs. Pour la troisième période qui représente l'ensemble des deux années, les effets stade phénologique et interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.) sont très hautement significatifs et l'effet espèces ravageuse/prédatrice est significatif.

D'après l'analyse d'ANOVA, nous constatons une différence entre les résultats des deux années 2013 et 2014. Nous pouvons expliquer cette différence par la date de semis du blé dur qui

intervient de différentes façons dans le développement des stades phénologiques de cette culture, avec ses ravageurs et leurs ennemis naturels. Dans cette étude, le semis précoce, effectué en 3^{ème} décennie de novembre, durant la campagne agricole 2012-2013 a probablement favorisé l'installation de *S. avenae*. Par contre, le semis tardif, réalisé en mi-décembre pendant la 2^{ème} campagne 2013-2014 a effectivement empêché l'installation de ce puceron (**Tab.15**). Larsson (2005) affirme que les semis précoces de blé d'hiver dans les automnes chauds peuvent entraîner une émergence et une ponte plus précoce de *S. avenae*.

En plus, Acreman & Dixon (1985) ; Aheer & al.(1993) rajoutent que le potentiel d'infestation des pucerons peut être réduit lorsque le semis est précoce et cela en évitant les blessures dues à la température. Mais dans notre cas, durant ces deux campagnes agricoles, le semis est réalisé en 1^{er} mois d'hiver pour l'année 2013, et en 2^{ème} mois de cette même saison durant 2014. Aheer & al.(1993) montrent que l'infestation des pucerons augmente sur les semis tardifs de blé et réduit le rendement par rapport au semis normal en raison de la variation de température. Malgré que le semis de l'année 2014 est tardif, mais les infestations de *S. avenae* est faible par rapport à leur infestation de semis moyen de l'année 2013.

La comparaison des moyennes révèle que l'année 2013 est la plus riche en deux espèces '*S. avenae* et *C. septempunctata*' par rapport à l'année 2014 (**Fig.41**). Les températures moyennes des trois mois avril, mai et juin en 2013 et 2014 sont respectivement 14,37 ; 16,73 et 20,27 °C, alors que en 2014 sont les suivantes 13,94 ; 17,18 et 22,68 °C (**Tab.4**). Nous constatons une différence entre ces valeurs et surtout du mois de juin, mais les températures des deux mois mai et juin durant les deux années sont favorables pour le développement de cette coccinelle. Iablokoff-Khznorian (1982) ; Iperti (1983) indiquent que *C. septempunctata* apparaît au milieu du printemps, lorsque les températures minimales avoisinent de 15 °C, elle manifeste une activité intense jusqu'au mois de juillet, période durant laquelle les températures maximales sont de l'ordre de 28 à 30 °C.

En revanche, les précipitations durant ces trois mêmes mois respectivement en 2013 sont 30,24 ; 9,66 et 17,02 mm, et en 2014 sont 5,08 ; 60,21 et 14,47 mm. La comparaison entre les précipitations de ces deux années montre que le mois de mai en 2014 est le plus pluvieux par rapport aux autres mois. Ceci nous permet de considérer que l'effet de cette quantité importante de pluies en 2014 intervient sur la croissance et le développement des colonies de *S. avenae*. Dedryver (1982) a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité.

Selon les **Figures (41 et 43 A, C)**, l'espèce *C. septempunctata* forme le 1^{er} groupe le mois peuplé durant l'année 2013 avec une abondance moyenne de $5,71 \pm 7,48$ individus, cette espèce reste la moins abondante durant les deux années ensemble ($3,75 \pm 5,84$ individus). Les coccinelles ont un taux de croissance largement inférieur à celui de leur proie puisque plusieurs générations de pucerons se succèdent au cours du développement d'une larve de coccinelle (Dixon, 2000). Dans les champs des céréales, Saharaoui & al. (2015) montrent que les pontes des coccinelles ont été synchronisées avec l'apparition des pucerons *R. padi*, *S. avenae* et *S. fragariae*. De ce fait, les larves ont pullulé durant la période où la ressource alimentaire était excédentaire (avril-mai).

Le 2^{ème} groupe qu'est constitué uniquement par *S. avenae* est relativement plus riche en individus de ce ravageur durant ces deux mêmes périodes avec des moyennes de $21,07 \pm 34,49$ individus et $11,2 \pm 26,2$ individus respectivement. Ce dernier groupe qui se compose de l'espèce ravageuse est le plus riche en abondance moyenne (**Fig. 43 A, C et Fig. 41**). Les colonies de pucerons augmentent, jusqu'à atteindre, au terme d'une croissance exponentielle, des pics de grandes abondances. Elles sont exploitées par une séquence d'ennemis naturels qui est relativement constante d'année en année (Dixon, 2000).

Pour l'année 2014, nous avons signalé l'existence d'un seul groupe qui contient les deux espèces à la fois *C. septempunctata* ($1,79 \pm 2,4$ individus) et *S. avenae* ($1,33 \pm 3,15$ individus) (**Fig. 43 B et Fig. 41**). Nous pouvons dire que la faible abondance de *S. avenae* influe sur le développement de cette coccinelle. Les populations d'adultes et de larves des coccinellidés varient en parallèle avec les populations des pucerons (Saharaoui & Hemptinne, 2009).

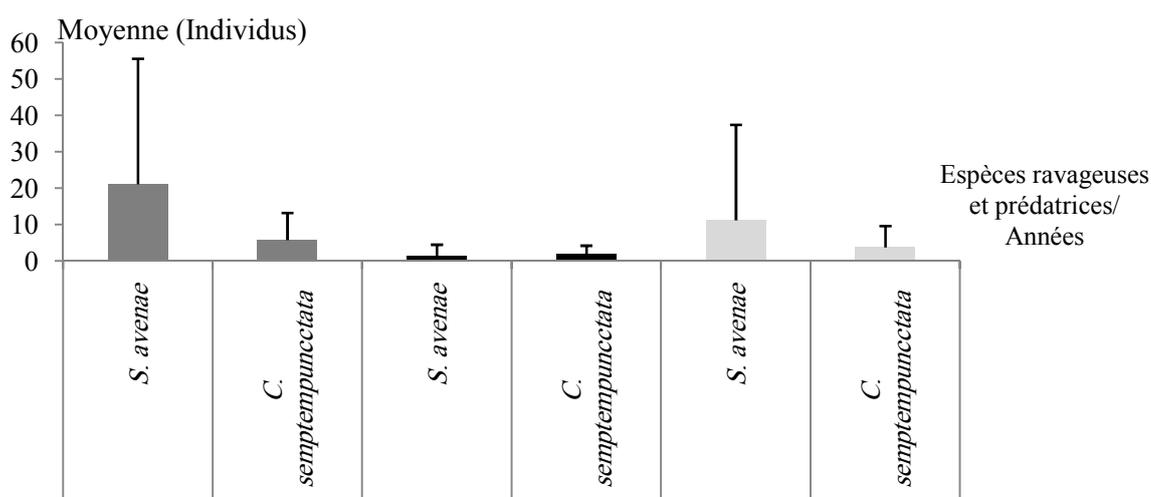


Figure 41 : Comparaison des moyennes de l'abondance des deux espèces *S. avenae* et *C. septempunctata* sur le blé dur selon les données de trois différentes périodes dans la zone d'El-Khroub.

Dans cette étude, nous avons enregistré durant le mois de mars en 2013 et en 2014, des températures moyennes entre 11,62 et 8,64 °C respectivement (**Tab.4**). Nous indiquons que le temps est froid durant le début de printemps en 2014, pour cette raison, l'effectif de ce puceron est faible, et en parallèle l'effectif de *C. septempunctata* est aussi faible. Une enquête menée en Europe "Écosse" a montré que lorsque le temps froid est allongé, le puceron *S. avenae* arrive tard dans les champs des céréales au printemps (Walters & Dewar, 1986). Car la température est l'un des facteurs environnementaux les plus importants affectant presque tous les processus physiologiques et biologiques chez les insectes (Milonas & Savopoulou-Soultani, 2000). Dans notre cas, bien que les conditions climatiques en 2013 sont favorables pour le développement de *C. septempunctata*, les effectifs sont élevés, parce qu'en parallèle les effectifs de puceron *S. avenae* dans la culture de blé sont très importants pour favoriser une grande pullulation de cette espèce.

Concernant le facteur stade phénologique, nous constatons que le stade épiaison est le plus peuplé par les deux espèces *S. avenae* et *C. septempunctata* durant les trois périodes (**Fig.42**). Ce stade forme le 1^{er} groupe pour les années 2013 ; 2014 et ensemble des deux années, avec des moyennes de $40,56 \pm 40,18$; $4,33 \pm 4,01$ et $22,45 \pm 33,5$ individus respectivement. La température, ainsi que la plante hôte et ses différents stades physiologiques influencent grandement sur la biologie de *S. avenae* et *C. septempunctata*. La période de sensibilité des céréales commence à partir du stade épiaison et se termine au stade grain pâteux (Vialatte & al., 2008 in Robin, 2014). Ceci expliquerait l'abondance de *S. avenae* avec un maximum d'effectifs à partir du stade épiaison.

En 2013, le 2^{ième} groupe est formé par les deux stades, la fin-tallage ($2,33 \pm 5,47$ individus) et la montaison ($2,25 \pm 6$ individus) qui sont les moins accueillants pour ces deux espèces, et le 3^{ième} groupe constitué par le stade maturation avec une abondance moyenne de $8,42 \pm 8,96$ individus (**Fig. 42 et 43 A**). La disponibilité des pucerons en mois d'avril sur céréale a permis à la coccinelle *C. septempunctata* de compléter tout son cycle biologique (Saharaoui & al., 2015).

Pendant l'année 2014, le 2^{ième} groupe est formé par le stade fin-tallage qui représente une absence totale des deux espèces étudiées, et le 3^{ième} groupe contient les deux autres stades "montaison et maturation" avec des moyennes ne dépassent pas 1,08 individus (**Fig. 42 et 43B**). Nous expliquons l'absence de cette coccinelle durant la fin-tallage et même sa faible densité pendant les deux stades "montaison et maturation" par l'absence et baisse effectif de leur espèce de puceron préférée *S. avenae*.

L'espèce aphidiphage *C. septempunctata* n'a pas bénéficiée d'un régime alimentaire mixte qui se compose de trois espèces de pucerons, *S. avenae*, *M. dirhodum* et *R. padi*. Parce que la valeur de

ce mélange était intermédiaire entre leur régime alimentaire avec une seule espèce de qualité supérieure de l'une de ces deux premières espèces et celui de *R. padi* qui est de qualité inférieure (Hodek & Edward, 2012). La cause exacte reste inconnue entre les différences en cette qualité, soit la teneur en éléments nutritifs (Cohen & Brummett, 1997 in Hodek & Evens, 2012), ou la présence d'allélochimiques (Hauge & al., 1998 in Hodek & Evens, 2012).

Le classement des stades phénologiques pour l'ensemble des deux années (2013 et 2014), montre l'existence d'un 2^{ème} groupe qui se compose par les trois stades : la fin-tallage ($1,17 \pm 3,96$ individus), la montaison ($1,67 \pm 4,4$ individus) et la maturation ($4,63 \pm 7,35$ individus) (Fig. 42 et 43C).

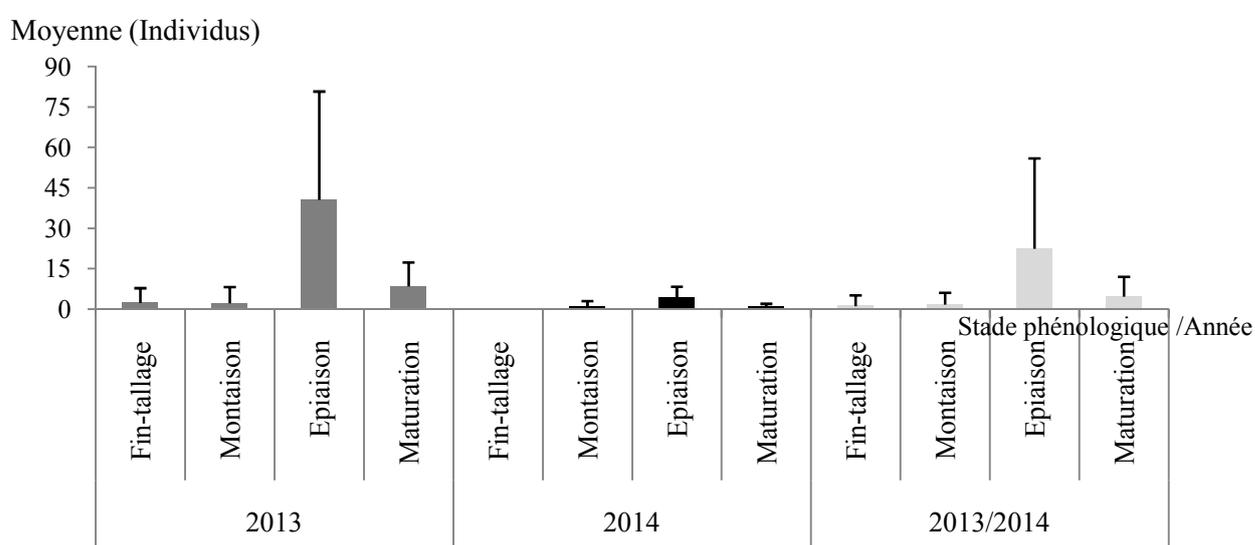


Figure 42 : Comparaison des moyennes de l'abondance de l'ensemble des deux espèces, *S. avenae* et *C. septempunctata* selon les stades phénologiques du blé dur durant les trois différentes périodes d'étude dans la zone d'El-Khroub.

L'interprétation de l'interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.) durant l'année 2013 et l'ensemble des deux années (2013 et 2014) signale la présence de deux groupes formés par le stade épiaison, le premier indique une richesse remarquable par le puceron *S. avenae*, et le deuxième se caractérise par une faible présence de *C. septempunctata* (Fig. 43A, C).

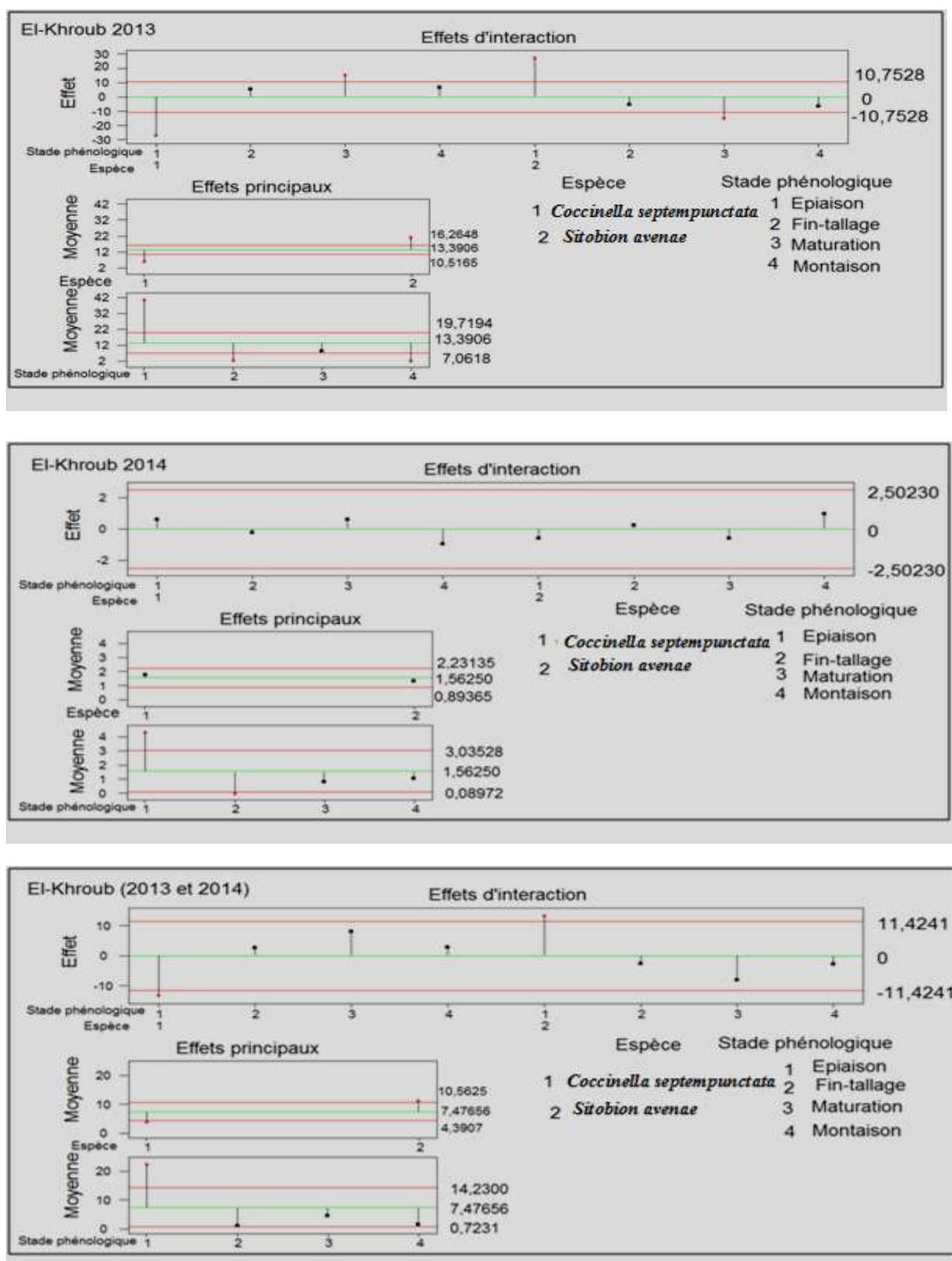


Figure 43 : Comparaison des moyennes de l'abondance des deux espèces, *S. avenae* et *C. septempunctata* différentes périodes d'étude dans la zone d'El-Khroub. A) année 2013 ; B) année 2014 et C) l'ensemble des deux années (2013/2014).

Le 3^{ème} groupe constitue par les trois autres stades pour l'ensemble des deux années (2013 et 2014) qui est moyennement peuplé par les deux espèces, et uniquement par les deux stades, la fin-tallage et la montaison durant l'année 2013 (**Fig. 43A, C**). Dans un écosystème, l'intensité des changements climatiques a montré un effet direct et indirect sur la relation proie-hôte, leurs réponses immunitaires et leur taux de développement, leur fécondité et diverses fonctions physiologiques (Ayres & Schneider, 2009). Pour les espèces aphidiphages, dont le temps de développement des larves est à peu près équivalent à la durée de vie d'une colonie de pucerons (Hemptinne & al., 1992).

En outre également, que pour l'année 2013, l'espèce *C. septempunctata* au stade maturation s'ajoute à l'espèce *S. avenae* en premier groupe (le plus peuplé), et cette dernière espèce (*S. avenae*) se comporte différemment au même stade (maturation), où elle rejoint l'espèce *C. septempunctata* pour former le groupe le moins accueillant (**Fig.43 A, C**). Cette situation est expliquée par le rôle qui joue l'espèce prédatrice afin de réguler la dynamique des populations du ravageur *S. avenae* entre le stade épiaison et le stade maturation. Selon Ndzana Abanda (2012), une fois que les plantes hôtes ont produit leurs graines et qu'elles entrent en sénescence, les pucerons ont le choix d'émigrer vers une nouvelle plante ou de rester pour tirer parti du peu de sève qui circule encore. Comme les pucerons vivent peu de temps, les colonies qu'ils forment sont assez éphémères du point de vue des ennemis naturels qui ont une plus grande longévité.

6. Principaux ennemis naturels des espèces de pucerons déprédatrices des cultures céréalières

D'après le traitement de nos résultats concernant les espèces déprédatrices des céréales, soit en qualité (nombre d'espèces ravageuses et leur constance) (**Tab.45, 47, 56, 57, 58 et 59**), soit en quantité (les FA % des espèces ravageuses) (**Tab.48, 49 et 50**), nous avons trouvé que les pucerons ravageurs occupent une place primordiale dans notre étude. Au Kenya et même à travers le monde, les épidémies sur le blé sont causées par les pucerons des céréalières qui sont capables de détruire complètement cette culture pendant les années d'infestation sévère, et aussi la plupart des interventions de lutte chimique sont programmées contre ces ravageurs (Wanjama, 1979 ; Macharia & al., 2017).

Pour cette raison, nous avons donné une importance remarquable aux espèces prédatrices et parasitoïdes de ces pucerons, afin d'appliquer une méthode de lutte efficace et non nocive pour l'environnement qui est la lutte biologique. Cependant, Suhail & al. (2013) ; Asiry (2015) ; Macharia & al. (2017) s'inquiètent de plus en plus de l'utilisation intensive de pesticides de synthèse pour lutter contre les ravageurs dans les agro-écosystèmes et de leurs impacts négatifs sur la santé

humaine et l'environnement. Selon Paine & *al.* (1993) la lutte biologique est toujours la meilleure option disponible pour contrôler les populations de ravageurs grâce à la régulation de la dynamique de ces populations par leurs ennemis naturels. Ce type de contrôle est auto-entretenu, écologique et sans danger pour les espèces non ciblées.

D'après l'analyse du **Tableau (62)**, nous avons noté la présence de 15 et 5 espèces prédatrices et parasitoïdes des pucerons respectivement. Les ennemis naturels jouent un rôle important dans la régulation des populations d'insectes ravageurs (Balvanera & *al.*, 2006 ; Bale & *al.*, 2008), ce qui se traduit par une réduction des dégâts causés par les phytophages et une meilleure productivité primaire (Mooney & *al.*, 2010). Car Dent (2000) montre que les insectes peuvent aussi devenir des nuisibles lorsqu'ils sont dissociés de leurs ennemis naturels, en raison d'une modification de leur habitat qui favorise différemment le ravageur. Pour cela chaque espèce phytophage peut avoir de nombreuses espèces d'ennemis naturels telles que : les prédateurs, les parasitoïdes et les agents pathogènes (Miller, 1980 ; Schmidt & *al.*, 2004).

Nous constatons que le nombre de prédateurs des aphides est 3 fois de plus le nombre de leurs parasitoïdes. Alhmedi (2006) ; Iqbal & *al.* (2008) indiquent que les pucerons sont des bio-agresseurs redoutables pour de nombreuses cultures, ils peuvent être contrôlés par une diversité d'ennemis naturels. Ils sont attaqués par un certain nombre d'ennemis naturels qui peuvent produire un taux élevé de prédation ou de parasitisme (Landis & Van der Werf, 1997). Leroy & *al.*(2009) ont justifié cette richesse en auxiliaires par le miellat produit par les pucerons qui ne constitue pas seulement une source de nourriture pour de nombreux auxiliaires, mais il intervient également dans la détermination de leur comportement, car les composés volatils issus du miellat guident ces insectes utiles vers les lieux de nourriture et de ponte.

Nous signalons que 12 espèces prédatrices appartiennent à l'ordre Coleoptera par rapport aux deux autres ordres (**Tab.62**). Dans l'étude de Talat & *al.* (2010) au Pakistan sur le blé, ils ont indiqué que cette culture est accueillante par un nombre très élevé d'espèces de prédateurs des Coléoptères.

Parmi les familles d'insectes qui contiennent des espèces prédatrices des pucerons (**Tab.20 et 62**), nous citons les Coccinellidae, les Cantharidae, les Syrphidae et les Chrysopidae. A ce titre, plusieurs familles d'insectes prédateurs peuvent contrôler les populations de pucerons, c'est principalement les coccinelles qui comprennent toutes les larves et les adultes de plusieurs espèces, les larves des syrphes et les larves des chrysopes (Bonnemaison, 1962 ; Lyon, 1983 ; Landis & Van der Werf, 1997 ; Boivin, 2001 ; Schmidt & *al.*, 2003). Ces prédateurs ont un potentiel de

reproduction élevé et une longue période de ponte (Iperti, 1999 ; Dixon, 2000). En plus, Lyon (1983) ; Saharaoui (1994) ont signalé les principales espèces prédatrices des pucerons qui sont les suivantes : les deux espèces de la famille Coccinellidae ‘‘*C. septempunctata* et *Adalia bipunctata*’’ ; les quatre espèces de la famille Syrphidae ‘‘*Syrphus corollae*, *S. rebesii*, *Lasiophticus pyrastria* et *E. balteatus*’’ et une espèce de la famille Chrysopidae ‘‘*C. carnea*’’. Ces prédateurs sténophages sont connus pour contribuer efficacement à la lutte contre les pucerons des céréales (Schmidt & al., 2003).

Tableau 62 : L'ensemble des espèces prédatrices et parasitoïdes des pucerons signalées sur toutes les cultures céréalières dans les Hautes plaines.

Ordres et Familles	Espèces prédatrices spéciales
Coleoptera : Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> et <i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> .
Neuroptera : Chrysopidae	<i>Chrysopa carnea</i> .
Diptera : Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> .
Espèces prédatrices générales	
Coleoptera : Cantharidae	<i>Cantharis decipiens</i> ; <i>C. cryptica</i> ; <i>C. paludosa</i> ; <i>C. rufa</i> et <i>Malthinus seriepunctatus</i> .
Coleoptera : Coccinellidae	<i>Hyperaspis algerica</i> ; <i>Oenopia doublieri</i> ; <i>Scymnus (Scymnus) pallipediformis</i> ; <i>S. (Pullus) subvillosus</i> et <i>S. (Scymnus) interruptus</i> .
Neuroptera : Ascalaphidae	<i>Libelloides hispanicus</i> .
Espèces parasitoïdes	
Hymenoptera : Braconidae (ancienne classification) Ou bien Famille : Aphidiidae (classification récente)	<i>Aphidius ervi</i> ; <i>A. matricariae</i> ; <i>Diaeretiella rapae</i> ; <i>Lysiphlebus confusus</i> et <i>Praon volucre</i> .

Concernant les espèces prédatrices, nous avons divisé en deux groupes, les prédatrices spéciales et générales. Dans notre cas, les quatre espèces spéciales sont « *C. septempunctata* ; *H. (Adonia) variegata* ; *C. carnea* et *E. balteatus* » (**Tab.62**). Ces espèces sont échantillonnées sur les talles et les épis des différentes cultures céréalières étudiées, proche des colonies des pucerons des céréales. Ces prédateurs jouent un rôle important, parce qu'ils interviennent à régler l'équilibre de la dynamique des populations des espèces aphidiennes des céréales.

Pour les deux espèces de coccinelles *C. septempunctata* et *H. (Adonia) variegata* qui sont classées les plus abondantes en FA % et aussi elles sont constantes sur toutes les cultures céréalières, à l'exception de cette 2^{ème} coccinelle sur la culture d'orge (**Tab.20**). Nous présentons dans ce contexte la spécificité de la prédation de ces deux coccinelles pour les pucerons des céréales.

- ✓ *C. septempunctata* se nourrit de pucerons ravageurs des céréales qui colonisent plusieurs plantes de graminées comme "*Triticum sp.*, *H. murinum* et *Z. mays*". Parmi ces pucerons : *R. padi*, *S. avenae*, *M. dirhodum*, *R. maidis*, *S. graminum* et *D. noxia* (Aslan & Uygun, 2005 ; Kaya, 2009 ; Hodek & Evans, 2012).
- ✓ Aux États-Unis, *H. variegata* est introduite à Minnesota dans des champs de soja et de maïs sucré en été 2009, son expansion a été attribuée à des proies disponibles telles que *R. maidis* (Heidel & Morey, 2011). Aussi, elle est présente sur le blé et a été associée à *S. avenae* et *R. padi* (Hesler & Lundgren, 2011). En plus, *H. variegata* a été utilisée comme des produits biologiques prévus pour lutter contre "*D. noxia*" pendant la période de 1987 jusqu'à 1994 (Flanders & al., 1991 in Hesler & Lundgren, 2011).

Pour les 11 espèces signalées comme prédatrices générales des pucerons, elles interviennent dans la régulation des différentes espèces de pucerons sur plusieurs cultures, et même des espèces de cochenilles. Nous observons que les espèces de la famille Coccinellidae sont les plus fréquentes en nombre de 7 par rapport aux espèces des autres familles (**Tab.62**). Les coccinelles peuvent aussi s'alimenter des Cicadellidae, des Coccidae, des Diaspididae et des Psyllidae (Kaya, 2009). Par ailleurs, Iperti (1999) ; Dixon (2000) montrent que le faible taux de réussite des coccinelles en tant qu'agents de lutte biologique contre les pucerons. Le succès de ce groupe comme des agents de lutte contre les coccidés est supérieur avec 40 % à celui des pucerons (Iperti, 1999).

Malgré les résultats de ces auteurs qui signalent la faible efficacité de la prédation des pucerons par les coccinelles, mais en Algérie, Saharaoui & al. (2015) confirment que les coccinelles se trouvent dans la parcelle de blé bénéficiant d'une nourriture diversifiée. Celle-ci est constituée pas moins de cinq espèces de pucerons inféodées aux céréales "*R. padi*, *S. avenae*, *S. fragariae*, *R. maidis* et *M. dirhodum*". En plus, Brewer & Elliot (2004) montrent le rôle de la prédation durant les années 1960 par les coccinelles dans les cultures céréalières ont été examinées pour éliminer "*S. graminum*", puis plus tard pour "*D. noxia*". La prédation par les Coccinellidae a été la base de la lutte biologique contre ces deux espèces de pucerons envahissantes dans les systèmes de production de céréales en Amérique du Nord (Michels & al., 2001).

Malgré que les espèces prédatrices générales sont présentes avec des faibles FA %, mais elles sont considérées comme un élément indispensable de lutte dans nos champs de céréales. Les prédateurs généralistes jouent un rôle clé dans les systèmes de lutte antiparasitaire durables sur les plans environnemental et agricole (Traugott, 2006).

Concernant les trois espèces de *Scymnus* qui sont collectées dans nos parcelles, elles ont une relation avec les pucerons de céréales. *S. subvillosus*, *S. interruptus* et *S. pallipediformis* s'alimentent de *R. maidis* sur *Sorghum sp.* et *Z. mays*, mais la 3^{ième} espèce se nourrit de *D. noxia* sur *Triticum sp.* (Kaya, 2009). Par rapport aux espèces de coccinelles les plus grandes, les *Scymnus sp.* en raison de leur petite taille et de leur moindre voracité, elles seront apparemment moins compétitifs et plus efficaces que les autres agents de contrôle biologique (Borges & al., 2011).

En revanche, les cinq espèces prédatrices générales de la famille Cantharidae occupent la 2^{ième} position après les espèces de coccinelles. Les adultes de nombreux genres des cantharidés sont également prédateurs mais complètent leur régime alimentaire avec du pollen et des pousses (Fiori, 1949 in Fanti & Pankowski, 2018).

Le **Tableau (62)** révèle l'existence de 5 espèces parasitoïdes appartiennent à la même famille « Braconidae ». Selon les données de la bibliographie, plusieurs auteurs comme Starý (1999) ; Tomanović & al. (2003) ; Rakhshani & al. (2007) ; Stilmant & al. (2008) ; Silva & al. (2009) ont signalé que ces espèces sont des parasitoïdes des pucerons des céréales, à l'exception de *Lysiphlebus confusus*. La famille Aphidiidae est la plus riche en espèces parasitoïdes spécifiques des pucerons (Darsouei & al., 2011). Ce groupe des espèces parasitoïdes ayant une répartition mondiale, il est connu pour réduire considérablement les densités de population de pucerons sur le terrain (Kavallieratos & al., 2001 ; Boivin & al., 2012 ; Rakhshani & al., 2013 ; Hance & al., 2017)

Dans notre cas, nous pouvons expliquer la faible présence des espèces parasitoïdes, par l'effet de la prédation des coccinelles et des cantharidés contre les espèces de pucerons les plus préférées pour la ponte et le développement des parasitoïdes à l'intérieur des pucerons. Parce que Terborgh (2001) a dénoté que la prédation peut être intense et créer de puissants effets directs et indirects sur les réseaux trophiques.

Au Brésil, la lutte biologique contre les pucerons du blé a débutée en 1979 jusqu'en 1992 contre : *M. dirhodum*, *S. graminum* et *S. avenae* avec l'introduction de 12 espèces parasitoïdes

d'aphidiidés (Starý & al., 2007). Parmi les espèces parasitoïdes introduites, il y a *Aphidius ervi* et *Praon Volucre* (Zuñiga-Salinas, 1982 in Starý & al., 2007).

Aussi, en Slovénie et durant les années 1990, les deux espèces *A. matricariae* et *D. rapae* ont été signalées comme des parasitoïdes de *R. padi* (Milevoj, 1992 in Kos & al., 2008).

Nous conseillons les agriculteurs d'éviter les traitements phytosanitaires à base d'insecticides pour contrôler les pucerons des céréales, car ces produits ont des effets nocifs sur la majorité des auxiliaires, notamment les coccinelles prédatrices. Les insecticides sont utilisés efficacement sur le terrain pour lutter contre les pucerons du blé, par conséquent, les coccinelles prédatrices sont susceptibles d'être exposés à un nombre considérable d'insecticides lorsqu'ils se nourrissent dans ces champs (Ahmed & al., 2001 ; Macharia & al., 2016). Ils sont exposés aux produits chimiques directement par application d'insecticide ou indirectement en consommant des insecticides contaminés par des proies (Oakley & al., 1996). En plus, Meena & al. (2002) ; Solangi & al. (2007) ont utilisé certains insecticides à base de pyréthroides sur les coccinelles, ils ont mentionné que ces insecticides testés ont réduit les populations de coccinelles avec une variation entre 38 à 72 % aux stades larvaires.

Pour ces conséquences, il convient de tenir compte de l'activité des auxiliaires avant de traiter, ceci afin de bénéficier au maximum de leur aide précieuse et d'éviter les détruire (Bertrand, 2001). Dans ce cadre là, nous aidons les céréaliculteurs afin de lutter contre les pucerons ravageurs de ces cultures la maîtrise de la lutte biologique proposée par Barbosa (1998) qui se base d'intérêt de conservation des ennemis naturels, en améliorant l'efficacité des prédateurs et des parasitoïdes par la modification de leur environnement à l'aide de l'application des pesticides qui favorisant la survie, la fécondité, la longévité et le comportement de ces ennemis naturels.

Conclusion générale

Ce travail nous a permis d'établir un inventaire de l'entomofaune avec un total de 315 espèces d'insectes réparties en 116 familles, en 13 ordres et 206 genres avec une dominance de l'ordre des Coléoptères. Malgré cette richesse, l'inventaire réalisé est loin d'être exhaustif, à cause du manque de clés d'identification consacrées à l'entomofaune de l'Afrique du Nord et de spécialistes.

Parmi les trois cultures étudiées, le blé dur est le plus peuplé en espèces (288) par rapport au blé tendre et à l'orge. L'ordre des Coléoptères est toujours le plus abondant en nombre de familles, de genres et d'espèces dans les trois cultures céréalières étudiées.

Les espèces phytophages sont représentées par une diversité plus élevée par rapport aux autres catégories trophiques (prédateurs, parasitoïdes, omnivores, nécrophages et coprophages).

Les espèces phytophages sont le groupe le plus riche en espèces classées selon leur abondance : 12 espèces considérées comme ravageuses des céréales, *S. avenae*, *M. dirhodum*, *R. padi*, *O. melanopus*, *H. tritici*, *P. alienus*, *Oulema sp.*, *S. graminum*, *S. maydis*, *T. tabidus*, *D. noxia*, *M. barbara*.

Les espèces auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) qui ont une abondance élevée sont au nombre de 8 : *C. septempunctata*, *H. (Adonia) variegata*, *Andrenosoma sp.*, *T. pallidiventris*, *T. minuta*, *T. flavipes*, *Elaphropyza sp.* et *Dasyscolis sp.*

Notre travail nous a permis de signaler pour la première fois dans les Hautes plaines de l'est algérien l'importance, selon le statut trophique, de l'ensemble des espèces suivantes:

- 13 espèces phytophages considérées importantes et d'intérêt agricole pour les cultures céréalières : *Bruchidae sp. ind.*, *Apion sp.*, *Rhyncolus sp.*, *Labidostomis humeralis*, *L. lusitanica* et *Lachnaia (paradoxa) vicina*, *L. hirta*, *L. sexpunctata*, *Hoplia. africana spp. africana*, *H. bilineata*, *H. africana spp. kocheri*, *H. africana spp. pardoii* et *H. ruficollis*. Nous pouvons les classer, en tant que phytophages spécifiques des agro-écosystèmes céréaliers, ou bien en tant que pollinisateurs des plantes à fleurs.
- En outre, les 7 espèces de la famille des Cantharidae "*Cantharis decipiens*, *C. paludosa*, *C. cryptica*, *C. rufa*, *Malthinus seriepunctatus*, *Rhagonycha sp.1* et *Rhagonycha sp.2*" sont réputées comme des prédateurs des pucerons, en particulier *R. maidis* sur l'orge.

La majorité des espèces notées plus fréquentes avec des FA % supérieures à 1 % sont signalées constantes soit sur toutes les cultures ou bien sur au moins une culture, à l'exception des trois espèces ravageuses des céréales *S. maydis*, *D. noxia* et *M. barbara*, et l'espèce prédatrice *T. minuta*. Nous rajoutons ici quatre espèces déprédatrices des céréales constantes qui sont *T. viridissima*, *C. barbarus barbarus*, *C. mediterraneus* et *E. maura*, malgré que leur FA % est faible.

Malgré que les espèces parasitoïdes suivantes : *Chalcidoidea sp. ind.*, *Ichneumonidae sp. ind.*, *Braconidae sp. ind.*, *Proctotrupidae sp. ind.* et *Pteromalidae sp. ind.* ne possèdent pas des FA % supérieures à 1 %, mais elles sont constantes sur au moins une à deux cultures.

Étant donné que *D. cyaneus* et *A. nigricornis* (Melyridae) et *P. daghestanica* (Alleculidae) sont présentes avec des fréquences d'abondance et des constances élevées, nous suggérons que ces espèces pourraient être des ravageurs potentiels des céréales.

La variation pluriannuelle des peuplements a montré que l'année 2014 est la plus riche en nombre d'espèces pour toutes les cultures et aussi en effectifs uniquement pour l'orge. Alors que l'année 2013 est la plus dominante en effectifs sur les céréales, mis à part l'orge.

La diversité entomologique variée d'une année à une autre avec globalement une plus grande richesse en 2014. Cette variation ne semble pas être liée seulement aux conditions climatiques, mais également aux dates de semis des cultures céréalières.

Par ailleurs, le stade épiaison est le plus touché par les insectes, soit en effectifs, soit en nombre d'espèces, pendant toute la période d'étude et globalement pour l'ensemble des cultures.

La variété Waha de blé dur est la plus peuplée par les insectes par rapport aux autres variétés et la variété Anapo de blé tendre est la moins accueillante.

Le classement des espèces d'insectes recensées suivant leur impact sur les céréales nous a permis d'enregistrer 18 ravageurs primaires : *H. tritici* ; *P. alienus* ; *D. noxia* ; *M. dirhodum* ; *R. maïdis* ; *R. padi* ; *S. graminum* ; *S. maydis* ; *S. avenae* ; *D. baccarum* ; *C. mediterraneus* ; *E. maura* ; *Eurygaster sp.* ; *A. sordidus* ; *O. melanopus* ; *Oulema sp.* ; *T. tabidus* et *M. barbara*, et 3 ravageurs secondaires : *T. viridissima* ; *O. volxemii* et *C. barbarus barbarus*.

Le nombre d'espèces d'insectes déprédatrices sur chaque culture céréalière (blé dur, blé tendre, orge et céréales) est légèrement différent dans les deux zones d'étude.

A cet effet, nous citons les ravageurs des céréales les plus dominants en effectifs :

- A Sétif : *R. padi*, *S. avenae*, *H. tritici*, *P. alienus*, *O. melanopus* et *M. barbara*

- A El-Khroub : *S. avenae*, *O. melanopus* et *M. dirhodum*
- Dans les Hautes plaines : *S. avenae*, *O. melanopus*, *R. padi*, *H. tritici* et *M. dirhodum*

Des différences en abondance et en constance sont signalées entre les stades de développement des insectes (larves et adultes) sur chaque culture étudiée, dans la même zone et entre les différentes zones.

Les variétés appartenant à la culture d'orge, soit à Sétif, ou à El-Khroub, ont montré un plus grand potentiel de résistance vis-à-vis de quelques ravageurs, étant donné que leur présence en tant qu'adultes ou larves et même leurs pullulations sont absentes sur cette culture.

En outre, chaque espèce ravageuse a un mode de vie ou de colonisation différent de l'autre, comme c'est le cas des cicadelles, des pucerons et des thrips qui forment des colonies sur les cultures. C'est pour cette raison qu'il est impératif de déterminer le seuil de nuisibilité de chaque espèce ravageuse. Aussi, la période d'apparition des espèces sur les cultures céréalières est différente pour chaque espèce.

Les larves et les adultes de *S. avenae* et *O. melanopus* sont constantes et aussi communes entre les cultures étudiées dans toutes les zones, à l'exception de l'orge d'El-Khroub et des Hautes plaines. Sur le blé dur, *O. melanopus* est constant sous forme des deux états biologiques sur les variétés Bousselam, Gtadur, Waha, Cirta et Simeto. Alors que sur l'orge, *O. melanopus* est constant sur toutes les variétés étudiées Saida, Barberousse, El-Fouara et Tichedrett. Sur les variétés de blé tendre, nous indiquons que *H. tritici*, *O. melanopus* et *S. avenae* sont des espèces constantes sur au moins une variété ou plus.

Le stade épiaison est le plus infesté par les espèces d'insectes ravageurs. Dans les deux zones d'étude, nous avons noté que les larves d'*Oulema sp.* et les deux formes biologiques de *M. dirhodum*, *O. melanopus* et *S. avenae* sont constantes sur toutes les cultures, à l'exception des adultes du criocère sur le blé tendre à Sétif.

L'étude de la dynamique des populations d'*O. melanopus* sur le blé dur à Sétif montré que l'année 2013 est la plus favorable à leur pullulation. Sur les six variétés étudiées, la montaison est le stade le plus peuplée et la variété Tadjdid est la plus touchée, mais MBB est la moins accueillante. En effet, Tadjdid est signalée comme la plus sensible aux attaques des facteurs abiotiques, c'est pour cette raison qu'elle a été refusée dans le catalogue des variétés en 2015. Dans ce contexte, nous proposons également le semis précoce du blé dur, spécialement la variété MBB qui s'est révélée la moins propice au développement de ce ravageur.

La dynamique des peuplements du puceron ravageur *S. avenae* et son prédateur *C. septempunctata* dans la zone d'El-Khroub révèle que le stade épiaison est le plus peuplé par les deux espèces *S. avenae* et *C. septempunctata* en 2013 et 2014. La date de semis du blé dur reste toujours le facteur principal qui intervient dans la dynamique des populations des insectes, soit des ravageurs ou des auxiliaires.

Nous avons recensé 20 espèces d'ennemis naturels des pucerons ravageurs des céréales, avec 4 espèces prédatrices spéciales qui sont *C. septempunctata*, *H. (Adonia) variegata*, *C. carnea*, *E. balteatus* et 5 espèces parasitoïdes : *Aphidius ervi*, *A. matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Lysiphlebus confusus* et *Praon volucre*. En plus, nous avons enregistré 11 espèces prédatrices générales des pucerons : *Cantharis decipiens*, *C. cryptica*, *C. paludosa*, *C. rufa*, *Malthinus seriepunctatus*, *Hyperaspis algirica*, *Oenopia dublieri*, *Scymnus (Scymnus) pallipediformis*, *S. (Pullus) subvillosus*, *S. (Scymnus) interruptus* et *Libelloides hispanicus*.

Il est donc nécessaire de comprendre la dynamique des populations, y compris la variation saisonnière suivant les stades phénologiques de ces espèces déprédatrices des céréales et de leurs ennemis naturels. En vue de l'élaboration d'un programme de suivi et de surveillance, permettant de dégager un ensemble de mesures de prévention et de lutte intégrée contre ces ravageurs. Dans ce contexte, les espèces considérées ravageuses ou potentiellement ravageuses doivent être prises en considération d'une manière prioritaire.

Les espèces signalées auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) constitueraient un élément important pour suggérer des luttes biologiques, respectueuses de l'environnement et basées sur des espèces autochtones permettant une meilleure réussite.

En perspectives, plusieurs aspects méritent d'être précisés dans les futures études, notamment la dynamique de chaque espèce nuisible sur les différentes variétés de diverses cultures céréalières, avec en particulier l'étude des causes de leurs proliférations, de leurs fluctuations sous l'action des facteurs naturels abiotiques (température, précipitations,.....) et biotiques (prédateurs et parasitoïdes).

Il serait également intéressant de compléter l'identification de toutes les espèces parasitoïdes et prédatrices afin d'affiner les liens spécifiques entre les ravageurs des céréales et leurs auxiliaires.

Il serait nécessaire de créer des échelles de notation visuelle pour chaque espèce ravageuse afin de déterminer le niveau des seuils de nuisibilité pour chacune.

Réaliser un inventaire des espèces déprédatrices des céréales et leurs ennemis naturels dans les champs de semis direct serait nécessaire pour comparer entre les deux types de semis.

Afin d'étudier les différentes relations entre les plantes hôtes céréalières et leurs insectes ravageurs, il faudrait faire des analyses biochimiques sur les différentes variétés, car le classement d'une variété résistante ou sensible dans le guide des cultivars se base sur leurs composantes allélochimiques défensives contre les déprédateurs. Suite au classement des variétés résistantes et sensibles, nous suggérons d'appliquer un croisement entre ces variétés pour obtenir une plus grande gamme de cultivars résistants.

La mise en évidence de la phylogénie pour les deux espèces jumelles du genre *Oulema* "*Oulema melanopus* et *Oulema sp.* (ravageurs primaires), permettrait de définir les liens existant entre les espèces de criocères des céréales dans la région des Hautes plaines de l'est algérien.

Références bibliographiques

1. **Abbas M.N., Mahmood-Ul-Hassan M., Rana S.A., Nawaz K. & Iqbal R., 2014.** The macro-invertebrates associated with some weed plants of sugarcane and wheat crops of Faisalabad district (Pakistan). *World Applied Sciences Journal*, 28(6):817-825.
2. **Abdel-Rahman M.A.A., Ali A.M. & Ali A.G., 2002.** Reproductive potential of the oat bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) at constant temperature. 2nd International Conference, Plant Protection Research Institute, Cairo, Egypt, 21-24 December.
3. **Acreman T.M. & Dixon A.F., 1985.** Development patterns in the wheat and resistant to cereal aphids. *Crop Protection*, 4: 322-328.
4. **Adugna H. & Megeasa T., 1987.** Survey of aphids on barley in parts of Shewa, Welo and Tigray, Ethiopia. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 9: 39-53.
5. **Agarwala B.K. & Yasuda H., 2001.** Larval interactions in aphidophagous predators: effectiveness of wax cover as defence shield of *Scymnus* larvae against predation from syrphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100:101-107.
6. **Agele S.O., Ofuyad T.I. & James P.O., 2006.** Effects of watering regimes on aphid infestation and performance of selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25: 73-78.
7. **Agbogba C.B. & Powell W., 2008.** Effect of the Presence of a Nonhost Herbivore on the Response of the Aphid Parasitoid *Diaeretiella rapae* to Host-infested Cabbage Plants. *Journal of Chemical Ecology*, 33: 2229-2235.
8. **Aggoun H., Laamari M. & Tahar Chaouche S., 2016.** Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de kenchela (Est-Algérien). *Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, 15: 2-8.
9. **Aguiar A.P., Deans A.R., Engel M.S., Forshage M., Huber J.T., Jennings J.T., Johnson N.F., Lelej A.S., Longino J.T., Lohmann V., Mikó I., Ohl M., Rasmussen C., Taeger A. & Yu D.S.K., 2013.** Ordre Hymenoptera. *In*: Zhang Z.Q. (Ed.), *Animal Biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703: 51-62.
10. **Aheer G.M., Ahmad K.J. & Ali A., 1994.** Role of weather in fluctuating aphid density in wheat crop. *Journal of Agricultural Research*, 32(3): 295-301.
11. **Aheer G.M., Munir M. & Ali A., 2007.** Impact of weather factors on population of wheat aphids at MandiBaha-ud-Din district. *Journal of Agricultural Research*, 45: 61-66.
12. **Aheer G.M., Haq I., Ulfat M., Ahmad K.J. & Ali A., 1993.** Effect of sowing dates on aphids and grain yield in wheat. *Journal of Agricultural Research*, 31: 75-79.
13. **Ahmed N.E., Kanan H.O., Inanaga S., Ma W.Q. & Sugimoto Y., 2001.** Impact of pesticide seed treatment on aphid control and yield of wheat in the Sudan. *Crop Protection*, 20(10): 929-934. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00047-3](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00047-3).

14. Akar S. & Erdoğan Ö.Ç., 2017. Contribution to Aphidinae (Hymenoptera: Braconidae) Fauna of Turkey with new records. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(2): 89-96.
15. Akhtar I.H. & Khaliq A., 2003. Impact of plant phenology and Coccinellid predators on the population dynamic of rose aphid *Macrosiphum rosaeiformis* Das (Aphididae: Homoptera) on rose. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2: 119-122. DOI: [10.3923/ajps.2003.119.122](https://doi.org/10.3923/ajps.2003.119.122).
16. Al-Ghannoum M.I, Al-Salti M.N. & Ibrahim J., 2004. Wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) screening for durum wheat, bread wheat, and barley in Northern Syria. *Arab Journal of Plant Protection*, 22: 128-131.
17. Alexander K.N.A., 2003. Provisional atlas of the Cantharoidea and Buprestoidea (Coleoptera) of Britain and Ireland. Ed. Biologie Records Centre (BRC), 81 p.
18. Alhmedi A., Francis F., Bodson. B. & Haubruge E., 2006. Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité de parcelles d'orties. *Notes fauniques de Gembloux*, 60(4): 147-152.
19. Ali A. & Ali H., 2015. Population dynamics of Cereal aphids in wheat crop at district Swabi. *International Journal of Agricultural and Environmental Research*, 66-76.
20. Alla S., Moreau J.P. & Frérot B., 2001. Effects of the aphid *Rhopalosiphum padi* on the leafhopper *Psammotettix alienus* under laboratory conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98(2): 203-209.
21. Alonso C., 2007. Coleoptères Chrysomelidae Clytrinae de France continentale et de Corse. 38 p. <https://www.insecte.org/photos/archives/CLYTRINAE.pdf>. (Consulter le 23/02/2019).
22. Alonso-Zarazaga M.A., 2015. Orden Coleoptera. *Revista IDE@-S.E.A.*, 55: 1-18. www.sea-entomologia.org/IDE@. (Consulter le 27/10/2018).
23. Alonso-Zarazaga M.A. & Lyal C.H.C., 1999. A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) (Excepting Scolytidae and Platypodidae). *Entomopraxis*, Barcelona, 315 p.
24. Altieri M.A., 1994. Agroecological basis for sustainable agricultural production. *Agricultura Tecnica (Chile)*, 54(4): 371-386.
25. Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil & Tillage Research*, 72: 203-211.
26. Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2004. Biodiversity and pest-management in agroecosystems. Food Products Press, New York, 252 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482277937>.
27. Alvis L., Raimundo A., Villalba M. & Garcia-Mari F., 2002. Identificación y abundancia de coleópteros coccinélidos en los cultivos de cítricos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 28: 479-491.
28. Ammar M., 2014. Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie. État des lieux et perspectives. Master en Science, Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes. Institut Agronomique méditerranéen de Montpellier, 127 p.

29. **Anderson R.S., 1995.** An evolutionary perspective on diversity. *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 14: 103-114.
30. **Andjus L., 1996.** The research into the Thrips fauna and significance of the plants of spontaneous flora for the survival of pest species. PhD dissertation, Belgrade University.
31. **Anjali M.S., Sridevi G., Prabhakar M., Kalpana M. & Pushpavathi B., 2017.** Life table-parameters and morphometrics of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae), reared on sorghum host plant. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5): 558-563.
32. **Antoine M., 1959.** Coléoptères carabiques du Maroc. 3^{ème} partie. *Mémoire de la société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie*, 6: 315-465.
33. **Antoine M., 1961.** Coléoptères carabiques du Maroc. 4^{ème} partie. *Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie*, 8: 466-537.
34. **Antonatos S.A., Emmanuel N.G. & Fantinou A.A., 2013.** Effect of temperature and species of plant on the consumption of leaves by three species of Orthoptera under laboratory conditions. *European Journal of Entomology*, 110(4): 605-610. DOI: [10.14411/eje.2013.082](https://doi.org/10.14411/eje.2013.082).
35. **Appert J. & Deuse J., 1982.** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 413 p.
36. **Arillo A. & Engel M.S., 2006.** Rock crawlers in Baltic amber (Notoptera: Antophasmatodea). *American Museum Novitates*, 3539: 1-10. DOI: <http://hdl.handle.net/2246/5817>.
37. **Arnett R.H., 2000.** American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. CRC Press, Boca Raton, USA. 1003 p.
38. **Asiry K.A., 2015.** Species Richness and Abundance of Hymenopterous Parasitoids of the Family of Braconidae (Subfamily Aphidiinae) Within A barley Agro-ecosystem in Hail Region, Saudi Arabia. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences (A. Entomology)*, 8(2): 83-90.
39. **Aslan M. & Uygun N., 2005.** The aphidophagous coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) species in Kahramanmaras Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 29: 1-8.
40. **Atwal A.S. & Dhaliwal G.S., 2003.** Agricultural pests of South Asia and their management. New Delhi: Kalyani Publishers, 487 p.
41. **Auad A.M., Alves S.O., Carvalho C.A., Silva D.M., Resende T.T. & Veríssimo B.A., 2009.** The impact of temperature on biological aspects and life table of *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) fed with signal grass. *Florida Entomologist*, 92(4): 569-577.
42. **Auber L., 1999.** Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris, 250 p.
43. **Awmack C.S. & Leather S.R., 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47: 817-844.
44. **Ayres M.P., Lombardero M.J., 2000.** Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The science of the total environment*, 262(3): 263-286.
45. **Ayres J.S. & Schneider D.S., 2009.** The role of anorexia in resistance and tolerance to infections in *Drosophila*. *PLOS Biology*, 7:1000-1005. DOI: [10.1371/journal.pbio.1000150](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000150).

46. Azcárate F.M. & Peco B., 2003. Spatial patterns of seed predation by harvester ants (*Messor* Forel) in Mediterranean grassland and scrubland. *Insectes Sociaux*, 50: 120-126. DOI : [10.1007/s00040-003-0635-y](https://doi.org/10.1007/s00040-003-0635-y).
47. Azcárate F.M., Arqueros L., Sanchezf A.M. & Peco B., 2005. Seed and fruit selection by harvester ants, *Messor barbarus*, in Mediterranean grassland and scrubland. *Functional Ecology*, 19: 273-283. DOI: [10.1111/j.1365-2435.2005.00956.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2005.00956.x).
48. Bahid F.Z. & Kettani K., 2013. Données génériques préliminaires sur les Empididae (Diptera, Empidoidea) du Rif méditerranéen (Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologie*, 49: 59-69.
49. Baldy C.H. & Rabasse J.M., 1983. Caractéristiques spectrales de pièges jaunes utilisés pour la capture des aphides. *Agronomie*, 3(2): 161-166.
50. Bale J.S., Van Lenteren J.C. & Bigler F., 2008. Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 363(1492): 761-776.
51. Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., He J.S., Nakashizuka T., Raffaelli D. & Schmid B., 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9: 1146-1156.
52. Banho C.A., Alevi K.C.C., Pereira L.L.V., Souza-Firmino T.S. & Itoyama M.M., 2016. Description of the pre-reductional sex chromosome during male meiosis of *Pachylis laticornis* (Heteroptera: Coreidae). *Genetics and Molecular Research*, 15(2): 1-7.
53. Bar Ch., Beaux M.F., Belly J.M., Bocquet A., Bris V., Delpancke D., Fischer J., Foucher Ch., Gabillard M., Hoffmann D., Kern F., Lebac M.P., Lebras A., Mahaut B. & Martin G., 1995. *Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux*. Ed. ITCF, ONIC, Paris, 253 p.
54. Barahoei H., Madjzadeh S.M., Mehrparvar M. & Starý P., 2010. A study of *Praon* holiday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in south-east Iran with two new records. *Acta entomologica serbica*, 15(1): 107-120.
55. Baraibara B., Torra J. & Westerman P.R., 2011. Harvester ant (*Messor barbarus* L.) density as related to soil properties, topography and management in semi-arid cereals. *Applied Soil Ecology*, 51: 60-65.
56. Baraibara B., Westerman P.R., Carrión E. & Recasens J., 2009. Effects of tillage and irrigation in cereal fields on weed seed removal by seed predators. *Journal of Applied Ecology*, 46: 380-387.
57. Barbault R., 1981. *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
58. Barbault R., 2003. *Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère*. 5^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 326 p.
59. Barbosa P., 1998. *Conservation Biological Control*. Academic Press, San Diego, California, USA, 396 p.
60. Barcellos A., Eger Jr. J., Grazia J., 2014. Chapter 1: Scutelleridae. *In: Roig-Juñent S., Claps L. & Morrone J. (Eds.). Biodiversidad de Artropodos Argentinos*. Ed. Editorial INSUE-Universidad Nacional de Tucumán, Pp.409-415.

61. **Barrett S., 2001.** Le mimétisme chez les plantes. *In*: Belin, pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, Pp. 108-113.
62. **Barria B.N., Copaja S.V. & Niemeyer H.M., 1992.** Occurrence of DIBOA in wild *Hordeum* species and its relation to aphid resistance. *Phytochemistry*, 31: 89-91.
63. **Bassino J.P., 1983.** Influence des techniques de cultures en verger : notes de synthèse, faune et faune auxiliaire en agriculture. Journée d'Etude et d'Information, 2-4 mars 1983, Paris, Pp. 289-293.
64. **Bawa K.S., 1990.** Plant-pollinator interactions in tropical rain Forest. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 21: 399-422.
65. **Beaumont A. & Cassier P., 1983.** Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens. Tome II. Ed. Dumon Université, Paris, 954 p.
66. **Bechini L., Morlacchi P. & Baumgärtner J., 2013.** Coinciding development of winter wheat and leaf beetles along an Alpine transect. *Acta Oecologica*, 47: 95-104.
67. **Bejakovich D., Pearson W.D. & O'donnell M.R., 1998.** Nationwide survey of pests and diseases of cereal and grass seed crops in New Zealand. *Arthropods and Molluscs. Proceedings of the NZ Plant Protection Conference* 51: 38-50.
68. **Belkahla H., 2001.** Les virus associés à la jaunisse nanisante de l'orge (BYD) des genres BYDV et CYDV, chez les céréales à paille en Algérie. Thèse Doctorat d'Etat, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 49 p.
69. **Belkahla H. & Lapierre H., 2002.** Analyse par elisa et immunocapture des virus associés à la jaunisse nanisante de l'orge (BYD) sur blé tendre. *Science & Technologie*, numéro spécial –D, Constantine (Alger): 5-9.
70. **Ben Halima K.M., 2010.** Les ennemis naturels de *Coccinella algerica* Kovàr dans la région du Sahel en Tunisie. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*, 62(3): 97-101.
71. **Benbelkacem A., Sadli F. & Brinis L., 1995.** La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. *In*: Di Fonzo N., Kaan F. & Nachit M. (Eds.). *Durum wheat quality in Mediterranean region*. CIHAM: Options Méditerranéennes: Série A. Séminaire Méditerranéens, 22: 61-65.
72. **Bencharki B., El Yamani M. & Zaoui D., 2000.** Assessment of transmission ability of barley yellow dwarf virus-PAV isolates by different populations of *Rhopalosiphum padi* and *Sitobion avenae*. *European Journal of Plant Pathology*, 106: 455-464.
73. **Benkenana N., 2013.** Inventaire et analyse bio systématique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera, Caelifera) de l'Est algérien. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, Université Constantine 1, 119 p.
74. **Benkenana N. & Harrat A., 2009.** Contribution to the systematic study of grasshopper fauna (Orthoptera: Caelifera) and some bio-ecological aspects of economic importance of species in the Constantine region (Eastern Algeria). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 21(1): 40-47.
75. **Benkhellil M., 1991.** Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office des publications universitaires, Alger, 57 p.

76. **Bennett J.A. & Cahill J.F., 2013.** Conservatism of responses to environmental change is rare under natural conditions in a native grassland. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(6): 328-337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.10.001>.
77. **Benzara A., Doumandji S.E., Rouibah M. & Çois Voisin J.F., 2003.** Étude qualitative et quantitative de l'alimentation de *Calliptamus barbarus* (COSTA, 1836) (Orthoptera : Acrididae). *Revue Écologie (Terre Vie)*, 58: 187-196.
78. **Berchiche S., 2004.** Entomofaune du *Triticum aestivum* et *Vicia faba*. Etude des fluctuations d'*Aphis fabae* (Scopoli, 1763) dans la station expérimentale d'Oued-Smar. Mémoire Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 245 p.
79. **Beres B.L., 2011.** Integrating the building blocks of agronomy into an integrated pest management system for wheat stem sawfly. PhD dissertation, University of Alberta.
80. **Bergeson E. & Messina F.J., 1997.** Resource-versus enemy-mediated interactions between cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on a common host plant. *Annals of the Entomological Society of America*, 90: 425- 432.
81. **Berland L., 1947.** Faune de France : Hyménoptères Tenthredoidea. Ed. Lib.Delagrave, Paris, 496 p.
82. **Berland L., 1999a.** Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris, 157 p.
83. **Berland L., 1999b.** Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome II. Ed. Boubée, Paris, 198 p.
84. **Bernard F., 1968.** Les fourmis (Hyménoptera: Formicidae) d'Europe Occidentale et Septentrionale. Ed. Masson & Cie, Paris, 411 p.
85. **Bernasconi M.L., Turlings T.C.J, Ambrosetti L., Bassetti P. & Dom S., 1998.** Herbivore-induced emissions of maize volatiles repel the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. *Entomologia Experimentalis & Applicata*, 87: 133-142.
86. **Bernays E.A., 2009.** Phytophagous Insects. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). *Encyclopedia of Insects*. 2nd Ed. Elsevier Science (USA), Academic Press. Pp. 798-800.
87. **Bernays E.A & Chapman R.F., 1994.** Host-plant selection by phytophagous insects. Ed. Chapman and Hall (New York), 326 p.
88. **Bernhardt P., 2000.** Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. *Plant Systematics and Evolution*, 222: 293-320.
89. **Bertrand J., 2001.** Agriculture et biodiversité : un partenariat à valoriser. Ed. ONCFS, Paris, 157 p.
90. **Berzonsky W.A., Herbert W.O., Patterson F.L., Ding H., Peairs F.B., Haley S.D., Porter D.R., Harris M.O., Ratcliffe R.H., Lamb R.J., Mckenzie R.I.H. & Sha-Nower T.G., 2003.** Breeding wheat for resistance to insects. *Plant Breeding Reviews*, 22: 221-296.
91. **Bezděk J. & Baselga A., 2015.** Revision of western Palaearctic species of the *Oulema melanopus* group, with description of two new species from Europe (Coleoptera: Chrysomelidae: Criocerinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 55(1): 273-304.

92. **Bhargava V.K., 2009.** Assessing the potential role of Coleoptera (Insecta) as bioindicators in simbalbara wildlife sanctuary, himachal pradesh. Thesis Submitted to the Saurashtra University, Rajkot (GUJARAT), 361p.
93. **Bianchi F.J., Booij C.J. & Tschardt T., 2006.** Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 273: 1715-1727. DOI:[10.1098/rspb.2006.3530](https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530).
94. **Bielza P., Torres-Vila L.M. & Lacasa A., 1996.** Injuriousness of *Haplothrips tritici* (Kurdjumov, 1913) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on wheat in central Spain. Folia Entomologica Hungarica, 57: 13-18.
95. **Bigot L. & Bodot P., 1973.** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quecus coccifera* – II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Milieu (Série C), 23(2) : 229-249.
96. **Bilde T., Axelsen J.A. & Toft S., 2000.** The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. Journal of Applied Ecology, 37: 672-683.
97. **Bisztray G., Vacke J. & Gaborjanyi R., 1991.** Wheat dwarf virus in Hungary. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 26:181-185.
98. **Björklund N., Nordlander G. & Bylund H., 2005.** Olfactory and visual stimuli used in orientation to conifer seedlings by the pine weevil, *Hyllobius abietis*. Physiological Entomology, 30: 225-231.
99. **Björkman M., Hopkins R.J., Hambäck P.A. & Rämert B., 2009.** Effects of plant competition and herbivore density on the development of the turnip root fly (*Delia floralis*) in an intercropping system. Arthropod-Plant Interactions, 3: 55-62
100. **Blackman R.L. & Eastop V.F., 1994.** Aphids on the World's Trees: an Identification and Information Guide. CAB International in association with The Natural History Museum, Wallingford, 987 p.
101. **Blackman R.L. & Eastop V.F., 2000.** Aphids on the world's crops an identification and information guide. Wiley and Sons, 466 p.
102. **Blackman R.L. & Eastop V.F., 2007.** Taxonomic Issues, *In:* van Emden H.F. & Harrington R. (Eds.). Aphids as Crop Pests, CABI, UK. Pp. 1-29.
103. **Blackmore S., 1996.** Knowing the earth's biodiversity challenges for the infrastructure of systematic biology. Science, 274: 63-64. DOI:[10.1126/science.274.5284.63](https://doi.org/10.1126/science.274.5284.63).
104. **Blanchet E., Pages C., Blondin L., Billot C., Rivallan R., Vassal J., Lecoq M. & Risteruccia A., 2010.** Isolation of microsatellite markers in the *Calliptamus* genus (Orthoptera: Acrididae). Journal of Insect Science, 10: 1-6.
105. **Blanchet E., Lecoq M., Sword G.A., Pages C., Blondin L., Billot C., Rivallan R., Foucart A., Vassal J.M., Risterucci A.M. & Chapuis M.P., 2012.** Population structures of three *Calliptamus spp.* (Orthoptera: Acrididae) across the Western Mediterranean Basin. European Journal of Entomology, 109: 445-455.

106. **Blande J.D., Pickett J.A. & Poppy G.M., 2004.** Attack Rate and Success of the Parasitoid *Diaeretiella rapae* on Specialist and Generalist Feeding Aphids. *Journal of Chemical Ecology*, 30: 1781-1795.
107. **Blande J.D., Pickett J.A. & Poppy G.M., 2007.** A Comparison of Semiochemically Mediated Interactions Involving Specialist and Generalist Brassica-feeding Aphids and the Braconid Parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Journal of Chemical Ecology*, 33:767-779.
108. **Bodlah I., Junaid A.S., Muhammad A. & Muhammad N., 2015.** New locality records of *Vespa flaviceps* (Vespidae: Hymenoptera) in Murree (Punjab). *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 3(1): 46-49.
109. **Bohac J., 1999.** Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1/3): 357-372. DOI: [10.1016/S0167-8809\(99\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00043-2).
110. **Boivin G., 2001.** Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée ? » *Vertigo* « la revue électronique en sciences de l'environnement » [En ligne], 2(2). <http://journals.openedition.org/vertigo/4096> ; DOI : [10.4000/vertigo.4096](https://doi.org/10.4000/vertigo.4096). (Consulté le 23/ 2/2019).
111. **Boivin G., Hance T. & Brodeur J., 2012.** Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 1-12.
112. **Bonnemaison L., 1962.** Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Tome II. Ed. S.E.P., 605 p.
113. **Borges I., Soares A.O., Magro A. & Hemptinne J.L., 2011.** Prey availability in time and space is a driving force in life history evolution of predatory insects. *Evolutionary Ecology*, 25:1307-1319.
114. **Borowiec L., 2014.** Catalogue of ants of Europe, the Mediterranean Basin and adjacent regions (Hymenoptera: Formicidae). *Genus*, 25: 1-340.
115. **Borror D.J. & White R.E., 1999.** Les insectes de l'Amérique du Nord (au nord du Mexique). Ed. Broquet Inc, Québec, 408 p.
116. **Borror D.J., Triplehorn C.A. & Johnson N.F., 1989.** An introduction to the study of Insects. 6th Ed. New York, Saunders College Publishers, 875 p.
117. **Bosque-Perez N.A. & Eigenbrode S.D., 2011.** The influence of virus-induced changes in plants on aphid vectors: Insights from luteovirus pathosystems. *Virus Research*, 159: 201-205.
118. **Bortolotto O.C., Junior A.O.M. and Hoshino A.T., 2015.** Aphidophagous parasitoids can forage wheat crops before aphid infestation, Parana State Brazil. *J. Insect Sci.* 15(40): 1-5. Doi: [10.1093/jisesa/iev027](https://doi.org/10.1093/jisesa/iev027).
119. **Bouchard P., Grebennikov V.V., Smith A.B.T. & Douglas H., 2009.** Biodiversity of Coleoptera. *In*: Foottit R.G. & Adler P.H. (Eds.). *Insect biodiversity: science and society*. Blackwell Publishing, Oxford. Pp. 265-301. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444308211.ch11>.
120. **Bouchard P., Bousquet Y., Davies A.E., Alonso-Zarazaga M.A., Lawrence J.F., Lyal C., Newton A.F., Reid C., Schmitt M., Slipinski S. & Smith A., 2011.** Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88: 1-972. DOI: [Doi.org/10.3897/zookeys.88.807](https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807).

121. Bouchery Y. & Jacky F., 1982. Atlas des formes ailées des espèces courantes des pucerons. Ed. INRA, Paris, 48p.
122. Bouchet F., Bayou F., Mouchart A., Costes J.P., Lescar L., Devriendt M., Dedryver C. A., Lapiere H., Moreau J.P., Chambon J.P., Brenian D., De La Messeliere C., De La Roque B., Lechapt G. & Martin M., 1981. Les pucerons des céréales à paille. Les pucerons des cultures. Journées d'étude et d'information 2-4 mars 1982), Ed. INRA, Paris, Pp. 117-122.
123. Boufenar-Zaghouane F. & Zaghouane O., 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). Ed. ITGC, ICARDA, Alger, 154 p.
124. Boukhris-Bouhachem S., Ben Fekih I. & Souissi R., 2018. Aphids on Cultivated Cereals in Tunisia with a New Reported Species *Forda formicaria*. Plant Protection, 13(1): 79-91.
125. Bounechada M. & Doumandji S.E., 2003. Recherches sur *Ocneridia volxemi* (Orthoptera: Pamphagidae) dans la région de Sétif. 1^{ère} Journée sur l'environnement, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 28 et 29 Mai.
126. Bounechada M. & Doumandji S.E., 2011. Régime alimentaire et évolution de la consommation des feuilles de blé dur (*Triticum durum*) chez *Ocneridia volxemi* (Insecta:Orthoptera) dans la région de Sétif. Agriculture, 2: 33-41.
127. Bounechada M., Doumandji S.E. & Iplak B., 2006. Bioecology of the Orthoptera Species of the Setifian Plateau, North-East Algeria. Turkish Journal of Zoology, 30: 245-253.
128. Bournier A., 1970. The most important forms of thysanopteran injuries on cultivated plants. Annales de Zoologie et Ecologie Animale, 2: 237-259.
129. Bournier A., 1983. Les Thrips. INRA, Paris, 128 p.
130. Bouzerzour H. & Monneveux P., 1992. Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des Hauts Plateaux de l'Est algérien. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Les Colloques (n°64), Montpellier (France), 15-17 Décembre 1992. Ed. INRA, Paris, Pp. 139-158.
131. Boxall R.A., 2001. Post-harvest losses to insects-a world overview. International Biodeterioration and Biodegradation, 48(1/4):137-152.
132. Branco M., van Halder I., Franco J.C. & Jactel H., Constantin R., 2011. Prey sex pheromone as kairomone for a new group of predators (Coleoptera: Dasytidae, *Aplocnemus spp.*) of pine bast scales. Bulletin of Entomological Research, 1-8.
133. Braun H.J., Atlin G. & Payne T., 2010. Multi location testing as a tool to identify plant response to global climate change. *In*: Reynolds C.R.P. (Ed.). Climate change and crop production, CABI, London, UK. Pp. 115-138.
134. Bressan A., Holzinger W.E., Nusillard B., Sémétey O., Gatineau R., Simonato M. & Boudon-Padieu E., 2009. Identification and biological traits of a planthopper from the genus *Pentastiridius* adapted to an annual cropping rotation. European Journal of Entomology, 106: 405-413.
135. Brewer M.J. & Elliot N.C., 2004. Biological control of cereal aphids in North America and mediating effects of host plant and habitat manipulations. Annual Review of Entomology, 49: 219-242.

136. **Brooks S.J. & Barnard P.C., 1990.** The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin British Museum of Natural History (Entomology)*, 59: 117-286.
137. **Bröring U. & Wiegleb G., 2005.** Soil zoology II: Colonization, distribution, and abundance of terrestrial Heteroptera in open landscapes of former brown coal mining areas. *Ecological Engineering*, 24:135-147.
138. **Brown B.V., 2001.** Flies, gnats, and mosquitoes. *In*: Levin S.A. (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, London. Pp. 815-826.
139. **Brown J., Scholtz C.H., Janeau J.L., Grellier S. & Podwo-jewski P., 2010.** Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) can improve soil hydrological properties. *Applied Soil Ecology*, 46(1): 9-16.
140. **Bruce T.J.A., Wadhams L.J. & Woodcock C.M., 2005.** Insect host location: a volatile situation. *Trends in plant science*, 10: 269-274.
141. **Bruce T.J.A., Hooper A.M., Ireland L., Jones O.T., Martin J.L., Smart L.E., Oakley J., Wadhams L.J., 2007.** Development of a pheromone trap monitoring system for *Sitodiplosis mosellana*, in the UK. *Pest Management Science*, 63(1): 49-56. DOI:10.1002/ps.1307.
142. **Bukovinszky T., van Veen F.J.F., Jongema Y. & Dicke M., 2008.** Direct and Indirect Effects of Resource Quality on Food Web Structure. *Science*, 319: 804-807.
143. **Buntin D.G., Flanders K.L., Slaughter R.W. & Delamar D.Z., 2004.** Damage loss assessment and control of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, 97: 374-382.
144. **Burel F. & Baudry J., 1990.** Structural dynamic of a hedge- row network landscape in Brittany France. *Landscape Ecology*, 4: 197-210.
145. **Burgio G., Ragolini G., Petacchi R., Ferrari R., Reggiani A., Pozzati M. & Furlan L., 2014.** Spatial analysis of *Agriotes sordidus* (Coleoptera: Elateridae) populations by geostatistics and GIS: preliminary results in a rural farm of northern Italy. Conference Spatial Data Methods for Environmental and Ecological Processes, 14-15 September, At Foggia, Baia delle Zagare, Italy. <https://www.researchgate.net/publication/242474603>. (Consulter le 25/03/2019).
146. **Bybee S.M., Taylor S.D., Nelson C.R. & Whiting M.F., 2004.** A phylogeny of robber flies (Diptera: Asilidae) at the subfamilial level: molecular evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30: 789-797.
147. **Cagniant H., 1973.** Apparition d'ouvrières à partir d'oeufs pondus par des ouvrières chez la fourmi *Cataglyphis cursor* Fonscolombe. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences, Paris*, 277: 2197-2198.
148. **Cagniant H., 2009.** Le Genre *Cataglyphis* Foerster, 1850 au Maroc (Hyménoptères, Formicidae). *Orsis*, 24:41-71.
149. **Cameron P.J., Powell W. & Loxdale H.D., 1984.** Reservoirs for *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), a polyphagous parasitoid of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research*, 74: 647-656.

- 150. Cameron S.L., Beckenbach A.T., Downton M. & Whiting M.F., 2006.** Evidence from mitochondrial genomics on interordinal relationships in insects. *Arthropod Systematics and Phylogeny*, 64 (1): 27-34.
- 151. Campbell J.M., Sarazin M.J. & Lyons D.B., 1989.** Canadian beetles (Coleoptera) injurious to crops, ornamentals, stored products, and buildings. Agriculture Canada, Research Branch, Publication 1826, 491 p.
- 152. Canard M., Semeria Y. & New T.R., 1984.** Biology of Chrysopidae. Series Entomologica. Junk Publishers, 294 p.
- 153. Carpenter J.M., 1996.** Distributional checklist of species of the genus *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Polistini). *American Museum Novitates*, 3188: 1-39.
- 154. Carrillo-Ruiz H., Martínez M.I. & Miguel A.M., 2008.** Comparative Study of the Reproductive System of Two Species of *Hoplia* (Coleoptera: Scarabaeidae: Hopliinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 110(3): 778-788.
- 155. Carvalho A.M.C., Mendes J., Marghiori C.H. & Lomonaco C., 1991.** Variação espaciales sazonal de dipterous muscóides em duas áreas de cerrado no município de Uberlândia -MGI.Calliphoridae e Muscidae. *Revista do Centro de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia*, 7: 27-34.
- 156. Casagrande R.A., Ruesink W.G. & Haynes D.L., 1977.** The behavior and survival of adult cereal leaf beetles. *Annals of the Entomological Society of America*, 70:19-30.
- 157. Cassar T., 2015.** *Rhagonycha fulva* (Scopoli), a new record of soldier beetle (Coleoptera: Cantharidae) from Malta. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 7:148. DOI: [10.17387/BULLENTSOCMALTA.2015.15](https://doi.org/10.17387/BULLENTSOCMALTA.2015.15).
- 158. Castagneyrol B., 2012.** Rôles fonctionnels et structurels de la biodiversité sur les communautés d'insectes et l'herbivorie associée : Une Approche Expérimentale. Thèse de Doctorat Université Bordeaux 1, 224 p.
- 159. Castañera P., 1979.** Plagas de cereales de invierno en la zona centro. *Anales del INIA. Serie: Protección vegetal (España)*, 11: 79-91.
- 160. Ceryngier P., Roy H.E. & Poland R.L., 2012.** Natural Enemies of Ladybird Beetles. *In: Hodek I., van Emden HF. & Honěk A. (Eds.). Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae).* Blackwell Publishing Ltd., UK. Pp. 375-443.
- 161. Chaabane S., 1993.** Biocénose des cultures céréalières de la région de Ain-Yagout (Batna) Approche bio-écologique de l'arthropodofaune. *Mémoire Ing. Agro. Dép. Agro., Batna*, 65 p.
- 162. Chan C.K., Forbes A.R. & Raworth D.A. 1991.** Aphid-transmitted viruses and their vectors of the world. *Canada Agriculture Research Branch*, 156-165.
- 163. Chandra K., 2000.** Inventory of Scarab beetles (Coleoptera) from Madhya Pradesh, India. *Zoos' Print Journal*, 15(11): 359-362.
- 164. Chansigaud J., Giustina W. & Moreau J.P., 1986.** Les pucerons du maïs en Ile de France. Importance des vols. Évolution et répartition de ces phytophages et de certains auxiliaires naturels. *Colloque National sur la biologie des populations, Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S), Lyon*, Pp. 223-224.

165. **Chapelin-Viscardi J.D. & Maillet-Mezeray J., 2015.** Données bio-écologiques sur deux espèces jumelles sympatriques en milieux agricoles: *Oulema melanopus* (L.) et *O. duftschmidi* (Redtenbacher) (Coleoptera : Chrysomelidae). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 84(1-2): 19-30.
166. **Chapman A.D., 2009.** Numbers of Living Species in Australia and the World. 2nd Edition. Report for the Australian Biological Resources Study, Canberra, Australia. Australian Government. Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. 80p. <http://www.environment.gov.au/node/13875>. (Consulter le 12/03/2019).
167. **Chen M.H., Han Z.J., Qiao X.F. & Qu M.J., 2007.** Resistance mechanisms and associated mutations in acetylcholinesterase genes in *Sitobion avenae* (Fabricius). Pesticide Biochemistry and Physiology, 87(3):189-195.
168. **Chopard L., 1943.** Faune de l'empire Français (Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord). Tome I. Ed. La rose, Paris, 450 p.
169. **Christelle L., 2007.** Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat, Agro Paris Tech, Paris, 311 p.
170. **Ciss M., Parisey N., Dedryver C.A. & Pierre J.S., 2013.** Understanding flying insect dispersion: Multiscale analyses of fragmented landscapes. Ecological Informatics, 14: 59-63.
171. **Ciucă M., Todorvska E., Kolev S., Nicolael R., Guinea I. & Saulescu N., 2009.** Marker-Assisted selection (Mas) for drought tolerance in wheat using markers associated with membrane stability. Genetica Și Ameliorarea Plantelor, LXXVII: 7-12.
172. **CNCC, 2015.** Bulletin des variétés de céréales autogames. Ed. CNCC, Algérie, 155 p.
173. **Cole J.F.H. & Wilkinson W., 1983.** Perméthrine, Diméthoate et Pyrimicarbe: effet des traitements insecticides de printemps sur les arthropodes des écosystèmes des céréales. Faune et flore auxiliaires en agriculture, Journées d'études et d'information 4 et 5 mai 1983, Ed. INRA, Paris, Pp. 229-237.
174. **Connell J.H. & Sousa W.P., 1983.** On the evidence needed to judge stability or persistence. American Naturalist, 121: 789- 824.
175. **Cook A.G., 1977.** Nutrient chemicals as phagostimulants for *Locusta migratoria* (L.). Ecological Entomology, 2: 113-121.
176. **Cooper E.M., Lunt P.H., Ellis J.S. & Knight M.E., 2012.** Biogeographical patterns of variation in Western European populations of the great green bush-cricket (*Tettigonia viridissima*; Orthoptera Tettigoniidae). Journal of Insect Conservation, 17(3): 1-11. DOI: [10.1007/s10841-012-9525-9](https://doi.org/10.1007/s10841-012-9525-9).
177. **Coscaron M.C., Melo M.C., Coddington J. & Corronca J., 2009.** Estimating biodiversity: a case study on true bugs in argentinian wetlands. Biodiversity and Conservation, 18(6): 1491-1507. DOI: [10.1007/s10531-008-9515-0](https://doi.org/10.1007/s10531-008-9515-0).
178. **Costa C., 2000.** Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. *In*: Martin-Piera F., Morrone J.J. & Mellia A. (Eds.). Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 326 p.
179. **Costa J.T., 2006.** The other insect societies. Harvard University Press, Cambridge, 767 p.

- 180. Cote M., 1981.** Mutations rurales en Algérie. Le cas des hautes plaines de l'est. Co-édition OPU-Alger; deuxième édition du CNRS-Paris.
- 181. Coutin R., 2007.** Les coccinelles phytophages. *Insectes*, 146(3): 9-11.
- 182. Courtney G.W., Pape T., Skevington H. & Sinclair B. J. 2009.** Chapter 9: Biodiversity of Diptera
In: Foottit R. & Adler P. (Eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society*, 1st edition. Blackwell Publishing, Pp. 185-221.
- 183. Coviella C.E. & Trumble J.T., 1999.** Effects of Elevated Atmospheric Carbon Dioxide on Insect-Plant Interactions. *Conservation Biology*, 13(4): 700-712.
- 184. Cranston P.S. & Gullan P.J., 2009.** Coleoptera. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). *Encyclopedia of Insects*. 2nd Ed. Elsevier Science (USA), Academic Press. Pp. 780-793.
- 185. Culliney T.W., 2014.** Chapter 8 Crop Losses to Arthropods. *In*: Pimentel D. & Peshin R. (Eds.). *Integrated Pest Management*, pringer Science+Business Media Dordrecht. Pp. 201-225.
- 186. Cumming J.M., 1994.** Sexual selection and the evolution of dance fly mating systems (Diptera: Empididae; Empidinae). *Canadian Entomologist*, 126: 907-920.
- 187. Currie D.J., 1991.** Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. *American Naturalist*, 137: 27-49.
- 188. Currie C.R., Wong B., Stuart A.E., Schultz T.R., Rehner S.A., Mueller U.G., Sung G.H., Spatafora J.W. & Straus N.A., 2003.** Ancient tripartite coevolution in the attine ant-microbe symbiosis. *Science*, 299 (5605): 386-388. DOI: [10.1126/science.1078155](https://doi.org/10.1126/science.1078155).
- 189. Daamen R.A. & Stol W., 1993.** Surveys of cereal diseases and pests in the Netherlands. Occurrence of insect pests in winter wheat. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 99(3): 51. <https://doi.org/10.1007/BF03041395>.
- 190. Dahlman D.L., 1990.** Evaluation of Teratocyte Functions: An Overview. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 166: 159-166.
- 191. Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 192. Dajoz R., 1980.** Les insectes prédateurs et leur rôle dans le milieu forestier. *In* : Pesson P. (Ed.). *Actualités d'écologie forestière: sol, flore, faune*. Ed. Bordas, Paris. Pp. 445-475.
- 193. Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. 5^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 505 p.
- 194. Dajoz R., 2002.** Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés: Ecologie et Biologie. Ed. Lavoisier Tec & Doc., Londres, Paris, New York, 522 p.
- 195. Dajoz R., 2003.** Précis d'écologie. 7^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 615 p.
- 196. Darsouei R., Karimi J. & Modarresawal M., 2011.** Parasitic wasps as natural enemies of aphid populations in the Mashhad region of Iran: new data from DNA barcodes and SEM. *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 63(4): 1225-1234.
- 197. Davis A.J. & Sutton S.L., 1998.** The effects of rainforest canopy loss on arboreal dung beetles in Borneo: implications for the measurement of biodiversity in derived tropical ecosystems. *Drivers and Distribution*, 4(4): 167-173. DOI:[10.1046/j.1472-4642.1998.00017.x](https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.1998.00017.x).

198. Day W.H. & Tatman K.M., 2006. Changes in abundance of native and adventive Coccinellidae (Coleoptera) in alfalfa fields, in northern New Jersey (1993–2004) and Delaware (1999–2004), U.S.A. *Entomological News*, 117: 491-502.
199. De Farais A.M.I. & Hopper K.R., 1999. Oviposition Behavior of *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) and Defense Behavior of Their Host *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 28(5) : 858-862.
200. De Montaigne A. & Robert C., 2014. Guide d'élaboration d'un protocole d'observation des auxiliaires entomophages en grandes cultures. 45p. (http://arena-auximore.fr/wp-content/uploads/2014/11/Guide_elaboration_protocoles.pdf). (Consulter le 3/01/2019).
201. De Moraes C.M., Mescher M.C. & Tumlinson J.H., 2001. Caterpillar induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. *Nature*, 410: 577-580.
202. De Rijk M., Yang D., Engel B., Dicke M. & Poelman E.H., 2016. Feeding guild of non-host community members affects host-foraging efficiency of a parasitic wasp. *Ecology*, 97: 1388-1399.
203. Dedryver C.A., 1982. Rôle des facteurs du milieu dans l'évolution des populations de pucerons des céréales. Mise à profit dans l'évaluation des risques en cours. Les pucerons des cultures, Journées d'étude et d'information 2, 3 et 4 mars 1982, Ed. INRA, Paris, Pp. 155-165.
204. Dedryver C.A. & Di Pietro J.P., 1986. Biologie des pucerons descéréales dans l'Ouest de la France. VI. Etude comparative des fluctuations au champ des populations de *Sitobion avenae* (F.), *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) et *Rhopalosiphum padi* (L.) sur différents cultivars de blé d'hiver. *Agronomie*, 6(1): 75-84.
205. Dedryver C.A., Le Ralec A. & Fabre F., 2010. The conflicting Relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies*, 333: 539-553.
206. Dedryver C.A., Le Gallic J.F., Gauthier J.P. & Simon J.C., 1998. Life cycle of the cereal aphid *Sitobion avenae* F.: polymorphism and comparison of life history traits associated with sexuality. *Ecological Entomology*, 23: 123-132.
207. Dekeirsschieter J., Verheggen F., Bonnet S. & Haubruge E., 2012. Recensement des Silphidae dans les collections entomologiques des étudiants de Gembloux AgroBio Tech sur la période 2001-2010. *Faunistic Entomology*, 64(1): 15-21.
208. Deletiere Y., Morvan N., Trehen P. & Grootaert P., 1998. Local biodiversity and multi-habitat use in empidoïd flies (Insecta: Diptera, Empidoidea). *Biodiversity and Conservation*, 7: 9-25.
209. DE-LOS-MOZOS-PASCUAL M. & DOMINGO L.M., 1991. Flower constancy in *Heliotaurus ruficollis* Fabricius, 1781. *Elytron* (Barcelona), 5: 9-12.
210. Delvare G., 2006. Familia Chalcididae. *In*: Hanson P.E. & Gauld I.D. (Eds.). *Hymenoptera de la Región Neotropical: Memoirs of the American Entomological Institute*, Pp. 333-340.
211. Delvare G. & Aberlenc H.P., 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clé pour la reconnaissance des familles. Ed. CIRAD, France, 298 p.
212. Dennis D.S. & Lavigne R.J., 2007. Hymenoptera as prey of robber flies (Diptera: Asilidae) with new prey records. *Journal of the Entomological Research Society*, 9: 23-42.

213. **Dennis D.S., Barnes J.K. & Knutson L., 2008.** Pupal cases of Nearctic robber flies (Diptera: Asilidae). *Zootaxa*, 1868: 1-98.
214. **Dennis D.S., Lavigne R.J. & Dennis J.G., 2010.** Hemiptera (Heteroptera/Homoptera) as Prey of Robber Flies (Diptera: Asilidae) with Unpublished Records. *Journal of the Entomological Research Society*, 12(1): 27-47.
215. **Dent D., 2000.** *Insect Pest Management*. 2^{ed} Ed. CABI Publishing, 445 p.
216. **Denux O. & Zagatti P., 2010.** Coleoptera families other than Cerambycidae, Curculionidae sensu lato, Chrysomelidae sensu lato and Coccinelidae. *Biodiversity & Ecosystem Risk Assessment (BioRisk)*, 4(1): 315-406. DOI: [10.3897/biorisk.4.61](https://doi.org/10.3897/biorisk.4.61).
217. **Denux O., Augustin S. & Berthelot A., 2007.** Biodiversité des Carabidae dans les peupleraies picardes (Coleoptera). *L'Entomologiste*, 63: 243-256.
218. **Derbal N., Benbelkacem A. & Tahar A., 2015.** Spatial variation of quality traits in Algerian durum wheat cultivated in different environments. *African Journal of Agricultural Research*, 10(9): 919-925.
219. **Desjardins C.A., Regier J.C. & Mitter C., 2007.** Phylogeny of pteromalid parasitic wasps (Hymenoptera: Pteromalidae): Initial evidence from four protein-coding nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45: 454-469.
220. **Detrain C. & Pasteels J.M., 2000.** Seed preferences of the harvester ant *Messor barbarus* in a Mediterranean mosaic grassland (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 35: 35-48.
221. **Dierl W. & Ring W., 1992.** *Guide des insectes*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 237 p.
222. **Dixon A.F.G., 1998.** *Aphid ecology, an optimization approach*. Chapman & Hall, London, 312 p.
223. **Dixon A.F.G., 2000.** *Insect predator-prey dynamics. Ladybird beetles & biological control*. Cambridge University Press, Cambridge, 257 p.
224. **Dixon A.F.G., 2007.** Body size and resource partitioning in ladybirds. *Population Ecology*, 49: 45-50.
225. **Dixon A.F.G. & Agarwala B.K., 1999.** Ladybird-induced life history changes in aphids. *Proceedings of The Royal Society London, B Biological Science*, 1549-1553.
226. **Doledec S. & Chessel D., 1987.** Rythmes saisonniers et com- posantes stationnelles en milieu aquatique. *Acta Oecologica, Oecologica Generalis*, 3: 403-426.
227. **Dombroskie J.J., 2011.** A Matrix Key to Families, Subfamilies, and Tribes of Lepidoptera of Canada. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 17: 1-129.
228. **Douglas A.E., 1993.** The nutritional quality of phloem sap utilized by natural aphid populations. *Ecological Entomology*, 18(1): 31-38.
229. **Duelli P. & Obrist M., 1995.** Comparing surface activity and flight of predatory arthropods in a 5 km transect. *In*: Riedel W. & Toft S. (Eds.). *Arthropod Natural Enemies in Arable Land - I. Density, spatial heterogeneity and dispersal*. *Acta Jutlandica*, 70(2); Natural Science Series, 9, University of Aarhus, Pp. 283-293.
230. **Duviard D. & Blanchet F., 1983.** Studies by trapping of the Empididae (Diptera) of crushed household refuse spread on an Ulex heathland of Central Brittany. *Acta Oecologica/ Oecologia Applicata*, 4: 109-122.

- 231. Edgerly J.S., 1997.** Life beneath silk walls: a review of the primitively social Embiidina. *In*: Choe J.C. & Crespi B. (Eds.). The Evolution of Social Behavior Insects and Arachnids, Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 14-25.
- 232. Eger Jr. J., Barcellos A. & Weiler L., 2015.** Chapter 23: Shield Bugs (Scutelleridae). *In*: Panizzi AR. & Grazia J. (Eds.). Heteroptera, Springer Netherlands. Pp. 757-788.
- 233. El-Fatih M.M., Mohammad A.M. & Shehawy A.A., 2015.** Biological aspects and thermal requirements of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (LINNAEUS), Reared on wheat seedlings. Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology, 6(12): 1663-1670.
- 234. El-Heneidy A.H. & Adly D., 2012.** Cereal Aphids and their Biological Control Agents in Egypt. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 22(2): 227-244.
- 235. El-Haget E.A. & El-Meleigi M.A., 1991.** Insect pests of spring wheat in Central Saudi Arabia Author links open overlay panel. Crop Protection, 10(1): 65-69. DOI: [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(91\)90029-Q](https://doi.org/10.1016/0261-2194(91)90029-Q).
- 236. El-Wakeil N.E., Gaafar N. & Volkmar C., 2010.** Susceptibility of spring wheat to infestation with wheat midges and thrips. Journal of Plant Diseases and Protection, 117: 261-267.
- 237. Emden H.F.V., 1995.** Host-plant-aphidophaga interactions. Agriculture Ecosystems and Environment, 52:3-11
- 238. Endress P.K., 2001.** The flowers in extant basal angiosperms and inferences on ancestral flowers. International Journal of Plant Sciences, 162: 1111-1140.
- 239. Eyre M.D., Labanowska-Bury D., Avayanos J.G., White R. & Leifert C., 2009.** Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in an intensively managed vegetable crop landscape in eastern England. Agriculture Ecosystems & Environment, 131: 340-346.
- 240. Eyre M.D., Luff M.L., Stanley J.R. & Telfer M.G., 2003.** The relationship between British ground beetles Coleoptera, Carabidae and land cover. Journal of Biogeography, 30(5): 719-730. Doi:[10.1046/j.1365-2699.2003.00859.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00859.x).
- 241. Fall, 2006.** Hymenoptera. General Entomology EEB 286 University of Connecticut, 3 p.
- 242. Fanti F. & Pankowski M.K., 2018.** Three new species of soldier beetles from Baltic amber (Coleoptera, Cantharidae). Zootaxa, 4455(3): 513-524. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4455.3.7>.
- 243. Farha-Rehma N., Khan F.A., Anis S.B. & Badruddin S.M.A., 2010.** Plant defenses against insect herbivore. *In*: Ciancio A. & Mukerji K.G. (Eds.). Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Springer Science+Business Media B.V. Pp. 189-208. DOI: [10.1007/978-90-481-8606-8_8](https://doi.org/10.1007/978-90-481-8606-8_8).
- 244. Farrell B.D., 1998.** Inordinate Fondness explained: Why are there so many beetles? Science, 281: 555-559.
- 245. Faurie C., Ferra Ch. & Medori P., 1984.** Écologie. Ed. J.B. Bailliere, Paris, 162 p.
- 246. Faurie C., Ferra Ch., Médori P. & Dévaux J., 1998.** Écologie approche scientifique et pratique. 4^{ème} édition, Ed. Lavoisier Tec. & Doc., Londres, Paris, New York, 399 p.

247. Faurie C., Ferra Ch., Médori P., Dévaux J. & Hemptienne J.L., 2003. Écologie, Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition, Ed. Lavoisier Tec & Doc, 407 p.
248. Fellaouine R., 1984. Contribution de l'étude des sautereaux nuisibles aux cultures dans la région de Sétif. Mémoire Ing., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 63 p.
249. Fellaouine R., 1989. Bioécologie des orthoptères de la région de Sétif. Mémoire Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 84 p.
250. Fereres A. & Moreno A., 2009. Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Research*, 141: 158-168.
251. Fernandez-Quintanilla C., Fereres A., Godfrey L. & Norris R.F., 2002. Development and reproduction of *Myzus persicae* and *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) on selected weed species surrounding sugar beet fields. *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*, 126: 198-202.
252. Ferras K., 2015. L'efficacité d'utilisation de l'eau pluviale chez des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en environnement semi-aride. Mémoire Magister en sciences agronomiques, Université de Sétif, 102 p.
253. Ferron P., 1999. La lutte biologique: Définition concept et stratégie. Les dossiers de l'environnement, 19: 71-77.
254. Feyereisen R., 1999. Insect P450 enzymes. *Annual Review of Entomology*, 44: 507-533.
255. Fillaux C., 1968. Étude expérimentale de l'évolution des populations mixtes de larves néonates de deux Coléoptères Chrysomelidés, *Lema cyanella* et *L. melanopus* sur pieds de blé. *Annales de la Société Entomologique de France*, 4(3): 573-579.
256. Fincher G.T., Monson W.G. & Burton G.W., 1981. Effect of cattle faeces rapidly buried by dung beetles on yield and quality of coastal Bermudagrass. *Agronomy Journal*, 73: 775-779.
257. Fink U. & Völkl W., 1995. The effect of abiotic factors on foraging and oviposition success of the aphid parasitoid, *Aphidius rosae*. *Oecologia*, 103:371-378.
258. Fleurat-Lessard F. & Le Torc'h J.M., 2000. Contrôle des insectes en post-récolte: hautes températures et atmosphères inertes. *In*: Vincent Ch., Panneton B. & Fleurat-Lessard F. (Eds.). La lutte physique en phytoprotection. Ed. INRA, Paris, Pp.71-94.
259. Forel J. & Leplat J., 2001. Faune des carabiques de France. Volume 1. Ed. Magellanes, 95 p.
260. Foster R.E., Cherry R.H. & Jones D.B., 1989. Spatial distribution of the rice stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Florida rice. *Journal of Economic Entomology*, 82: 507-509.
261. Francati S., 2015. Native preimaginal parasitism of *Harmonia axyridis*: new record of association with *Phalacrotophora fasciata* in Italy. *Bulletin of Insectology*, 68: 3-6.
262. Francis F., Lognay G. & Haubruge E., 2004. Olfactory responses to aphid and host plant volatile releases: (E)- β -Farnesene an effective kairomone for the predator *Adalia bipunctata*. *Journal of Chemical Ecology*, 30(4): 741-755.
263. Franck A., 2008. Capture conditionnement expédition mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. Ed. Cirad, 53p.

- <https://www.yumpu.com/fr/document/view/14783006/capture-conditionnement-expedition-mise-en-collection-des-16>. (Consulter le 21/10/2018).
- 264. Franks N.R., 2009.** Ants. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). Encyclopedia of Insects. 2nd Ed. Elsevier Science (USA), Academic Press. Pp. 24-27.
- 265. Fraval A., 2003.** Les filets. Insectes, 128 : 1 p.
- 266. Freeland W.J. & Boulton W.J., 1992.** Coevolution of food webs: parasites, predators and plant secondary compounds. *Biotropica*, 24: 309-327.
- 267. Freier B., Triltsch H., Möwes M. & Moll E., 2007.** The potential of predators in natural control of aphids in wheat: Results of a ten-year field study in two German landscapes. *Biocontrol*, 52: 775-788.
- 268. Fritz R.S., 1982.** An ant-treehopper mutualism: effects of *Formica subsericea* on the survival of *Vanduzeeia arquata*. *Ecological Entomology*, 7: 267-276.
- 269. Frontier S., 1983.** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494 p.
- 270. Frontier S., Pichod-Viale D., Leprêtre A., Davoult D. & Luczak Ch., 2004.** Écosystèmes. Structure, Fonctionnement, Evolution. Ed. Dunod, Paris, 549 p.
- 271. Funderburk J., 2002.** Ecology of thrips. Thrips and Tospoviruses: Proceedings of The 7th international symposium on Thysanoptera, Pp. 121-128.
- 272. Gaafar N. & Volkmar Ch., 2010.** Evaluation of wheat ear insects in large scale field in central Germany. *Agricultural Sciences*, 1(2): 68-75.
- 273. Gadagkar R., 1991.** *Belanogaster*, *Myschocyttarus*, *Parapolybia*, and independent-founding *Ropalidia*. *In*: Ross K.G. & Mattheews R.W. (Eds.). The social biology of wasps. New York, Cornell University Press, Pp. 149-190.
- 274. Gagne R.J., 1994.** The Gall Midges of the Neotropical Region. Ithaca and London, Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, 352 p.
- 275. Gallai N., Salles J.M., Settele J. & Vaissiere B.E., 2009.** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68: 810-821.
- 276. Gallo B. & Pekár S., 1999.** Winter wheat pests and their natural enemies under organic farming system in Slovakia: Effect of ploughing and previous crop. *Pest Science*, 72: 31-36.
- 277. Gillum R.L., Roberts J.J., Finney R.E. & Patterson F.L., 1973.** Leaf pubescence of field grown wheat: a deterrent to oviposition by cereal leaf beetle. *Journal of Environmental Quality*, 2: 333-334.
- 278. Gaston K.J., 1991.** The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology*, 5: 283-296.
- 279. Gaston K.J. & Lawton J.H., 1988.** Patterns in the distribution and abundance of insect populations. *Nature*, 331: 709-712.
- 280. Gauld I.D., 1991.** The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 47: 1-589.
- 281. Gauld I.D., 1997.** The Ichneumonidae of Costa Rica, 2. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 57: 1-485.

282. **Gauld I.D., Godoy C., Sithole R. & Ugalde Gomez J., 2002.** The Ichneumonidae of Costa Rica, 4. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 66: 1-768.
283. **Gentry J.W., 1965.** *Crop Insects of Northeast Africa-South-west Asia*. Agriculture Handbook No. 273, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., 210 p.
284. **Gilbert F.S., 1986.** *Hover flies*. Naturalist's Handbooks. Cambridge University Press, 66 p.
285. **Gill C.C., Westdal P.H. & Richardson H.P., 1969.** Comparison of aster yellows and barley yellow dwarf of wheat and oats. *Phytopathology*, 59: 527-531.
286. **Gillott C., 2005.** *Entomology*. Third Edition. Ed. Springer, Canada, 831 p.
287. **Gillon Y., 1967.** Principes méthodes d'échantillonnage des populations naturelles terrestres. *Écologie Entomologie*. Laboratoire d'entomologie, côte d'ivoire, 55p. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-11/13856.pdf. (Consulter le 02/12/218).
288. **Girma M., Wilde G.E. & Harvey T.L., 1993.** Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) affects yield and quality of wheat. *Journal of Economic Entomology*, 86: 594-601.
289. **Glendinning J.I., Foley C., Locanr I. & Rai M., 2009.** Induced preference for host plant chemicals in tobacco hornworm: contribution of olfaction antaste. *Journal of Comparative Physiology*, 195: 591-601.
290. **Godfray H.C.J., 1994.** *Parasitoids: Behavioural and Evolutionary Ecology*. Ed. Princeton, University Press, 473 p.
291. **Göllner-Scheiding U., 2006.** Family Scutelleridae (Leach, 1815). *In*: Aukema B. & Rieger C. (Eds.). *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region*, 5. Pentatomomorpha II., Netherlands Entomological Society. Pp. 233-414.
292. **Goulet H. & Huber J.T., 1993.** *Hymenoptera of the Ottawa*. Agriculture Canada, 668 p.
293. **Grant J.F. & Patrick C.R., 1993.** Distribution and seasonal phenology of cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on wheat in Tennessee. *Journal of Entomological Science*, 28: 363-369.
294. **Gräpel H., 1982.** Untersuchungen zur wirtschaftlichen Schadensschwelle von Getreideblättaußen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 89: 1-17.
295. **Green S.V., 1998.** The taxonomic impediment in Orthopteran research and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 2: 151-159.
296. **Grenier S., 1988.** Applied biological control with tachinid flies (Diptera, Tachinidae): a review. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 61(3):49-56.
297. **Grissell E.E., 1999.** Hymenopteran biodiversity: Some alien Notions. *American Entomologist*, 45(4): 235-244.
298. **Grootaert P. & Shamshev I.V., 2012.** The fast-running flies (Diptera, Hybotidae, Tachydromiinae) of Singapore and adjacent regions. *European Journal of Taxonomy*, 5: 1-162. DOI: <http://dx.doi.org/10.5852/ejt.2012.5>.
299. **Grootaert P., Verlinden L., Meuffels H., Pollet M., Haghebaert G., Leclercq M., De Meyer M. & Magis N., 1988.** Dipteres de la réserve naturelle de l'étang de Virelles en Belgique. *Bulletin et Annales de la Société royale belge d'Entomologie*, 124: 320-324.

- 300. Gross P., 1993.** Insect behavioral and morphological defenses against parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 38: 251-273.
- 301. Grove S.J. & Stork N.E., 2000.** An inordinate fondness for beetles. *Invertebrate Taxonomy*, 14: 733-739.
- 302. Grüber K. & Dixon A.F.G., 1988.** The effect of nutrient stress on development and reproduction in an aphid. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47: 23-30.
- 303. Grundler F.M.W., Sobczak M. & Lange S., 1997.** Defence responses of *Arabidopsis thaliana* during invasion and feeding site induction by the plant-parasitic nematode *Heterodera glycines*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 50: 419-430.
- 304. Gul A., Cuma A. & Mithat D., 2006.** Sunn pest control policies and effect of Sunn pest damage on wheat quality and price in Turkey. *Quality and Quantity*, 40: 469-480. <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-005-1096-3>.
- 305. Gullan P.J. & Cranston P.S., 2005.** The insects: an outline of entomology. London, Wiley-Blackwell, 505 p.
- 306. Gullan P.J. & Cranston P.S., 2010.** The Insects: An Outline of Entomology. 4th edition. Wiley-Blackwell, 565p.
- 307. Gutierrez C., Carrejo N.S. & Ruiz C., 2005.** Check list of the Genera of Syrphidae (Diptera: Syrphoidea) of Colombia. *Biota Colombiana*, 6: 173-180.
- 308. Gutierrez A.P., Denton W.H., Shade R., Maltby H., Burger T. & Moorhead G., 1974.** The within-field dynamics of the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in wheat and oats. *Journal of Animal Ecology*, 43: 627-640.
- 309. Haas F., Hwen J.T.C. & Tang H.B., 2012.** New evidence on the mechanics of wing unfolding in Dermaptera. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 70: 95-105.
- 310. Habtewold T. & Landin J., 1992.** Composition and structure of Orthopteran faunas in cereal crops in Ethiopia *Bulletin of Entomological Research*, 82: 29-39.
- 311. Hadj-Zouggar O., 2014.** Contribution a l'étude du complexe des arthropodes des céréales dans la région des Hautes Plaines Sétifiennes. *Mémoire Ing., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger*, 122 p.
- 312. Hagen K.S., 1987.** Nutritional ecology of terrestrial insect predators. *In: Slansky F. & Rodriquez J.G.* (Eds.). *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates*. John Wiley & Sons, New York, Pp. 533-577.
- 313. Haggag W.A., 2013.** Wheat Diseases in Egypt and its management. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(1): 46-50.
- 314. Hammond P.M., 1992.** Species inventory. *In: Groombridge B.* (Ed.). *Global Biodiversity, Status of the Earth's Living Resources*, Chapman & Hall, London, UK. Pp. 17-39.
- 315. Hance T., Kohandani-Trafresh F., Munaut & F., 2017.** Biological control Aphids as Crop Pests. *In: van Emden H.F. & Harrington R.* (Eds.). *CABI, Wallingford*. Pp. 448-493.

316. Hansen M.R., Sigsgaard L. & Braun P., 2006. Earwig in pome fruit production - a beneficial? Proceedings of the International Workshop, Implementation of Biocontrol in Practice in Temperate Regions. Present and Near Future, 119: 279-282.
317. Hansen E.A., Funderburk J.E., Reitz S.R., Ram-Achandran S., Eger J.E. & Andmcauslane H., 2003. Within-plant distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. Environmental Entomology, 32: 1035-1044.
318. Harrington R. & Taylor L.R., 1990. Migration for survival: fine-scale population redistribution in an aphid *Myzus persicae*. Journal of Animal Ecology, 59: 1177-1193.
319. Hatano E., Kunert G., Michaud J.P. & Weisser W.W., 2008. Chemical cues mediating aphid location by natural enemies. European Journal of Entomology, 105: 797-806.
320. Hawlitschek O., Porch N., Hendrich L. & Balke M., 2011. Ecological niche modelling and nDNA sequencing support a new, morphologically cryptic beetle species unveiled by DNA barcoding. PLoS ONE 6(2): e16662 DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016662>.
321. Hayat M., 2008. Taxonomic notes on the Indian Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with descriptions and records of some species. Oriental Insects, 42: 1-32.
322. Hayat R., Ghahari H., Lavigne R., Ostovan H., 2008. Iranian Asilidae (Insecta: Diptera). Turkish Journal of Zoology, 32: 175-195.
323. Haynes D.L. & Gage S.H., 1981. The cereal leaf beetle in North America. Annual Review of Entomology, 26: 259-287.
324. Haynes D.L., Gage S.H. & Fulton W.C., 1974. Management of the cereal leaf beetle ecosystem. Quaestiones Entomologicae 10: 165-76.
325. Hazzard R., Brown A. & Westgate P., 2007. Using IPM in the Field. Sweet Corn Insect Management. Field Scouting Guide. University of Massachusetts Extension, Vegetable program, 49 p. <https://www.northeastipm.org> > File > NRCS-Resources. (Consulter le 6/9/2018).
326. Heidel T.T. & Morey A.C., 2011. First collection records of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in Minnesota corn and soybean. Great Lakes Entomologist, 44: 83-85.
327. Hein G.L., Baxendale F.P., Walers M.C., Kriel C.F. & Fouche A., 1989. Aspects of the ecology of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mord.) NebGuide G89-936A. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension, 1102: 8 p.
328. Helgesen R.G. & Haynes D.L., 1972. Population dynamics of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae) a model for age specific mortality. The Canadian Entomologist, 104: 797-814.
329. Hemptinne J.L., Dixon A.F.G. & Coffin J., 1992. Attack strategy of ladybird beetles (Coccinellidae): factors shaping their numerical response. Oecologia, 90: 238-245.
330. Hemptinne J.L., 2004. The natural enemies of grass aphids and their role as biological control agents. *In*: Lapierre H. & Signoret P.A. (Eds.). Viruses and virus diseases of Poaceae (Graminea), 890 p.
331. Henry T.J., 2009. Biodiversity of Heteroptera. *In*: Footitt R.G. & Adler P.H. (Eds.). Insect Biodiversity: Science and Society. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK., Pp. 223-263.

332. Hensen I., 2002. Seed predation by ants in south-eastern Spain (Desierto de Tabernas, Almeria). *Anales de Biología*, 24: 89-96.
333. Heraty J.M., 2009. Parasitoid Biodiversity and Insect Pest Management. *In*: Footitt R.G. & Adler P.H. (Eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society*. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK., Pp. 445-462.
334. Heraty J.M., Burks R.A., Cruaud A., Gibson G.A.P., Liljeblad J., Munro J., Rasplus J.-Y., Delvare G., Janšta P., Gumovsky A., Huber J., Woolley J.B., Krogmann L., Heydon S., Polaszek A., Schmidt S., Darling D.C., Gates M.W., Mottern J., Murray E., Dal Molin A., Triapitsyn S., Baur H., Pinto J.D., van Noort S., George J. & Yoder M., 2013. A phylogenetic analysis of the megadiverse Chalcidoidea (Hymenoptera). *Cladistics*, 29(5): 466-542. DOI: [10.1111/cla.12006](https://doi.org/10.1111/cla.12006).
335. Herbert D.A., Van Dujn jr J.W., Bryan M.D. & Karren J.B., 2007. Cereal Leaf Beetle, *In*: Buntin G.D., Pike K.S., Weiss M.J. & Webster J.A. (Eds.). *Handbook of small grain insects*. Entomological Society of America, Lanham, MD, 120 p.
336. Herrera-Vage J.M. & Sanchez-Pinero F., 2004. Description of the last larval stage of *Heliotaurus ruficollis* Fabricius, 1781 (Coleoptera: Tenebrionidae: Alleculinae). *Annales Zoologici (Warsaw)*, 54(4): 729-734.
337. Hesler L.S. & Lundgren J.G., 2011. *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) found in south Dakota, U.S.A. *The Coleopterists Bulletin*, 65(1): 78-79.
338. Hewitt G.B. & Onsager R.J., 1983. Control of grasshopper on rangeland in the United States, a perspective. *Journal of Range Management*, 36 : 202-207.
339. Hickman J.M. & Wratten S.D., 1996. Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. *Journal of Economic Entomology*, 89: 832-840.
340. Higginbotham R.W., Froese P.S. & Carter A.H., 2014. Tolerance of wheat (Poales: Poaceae) seedlings to wireworm (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Economic Entomology*, 107: 833-837.
341. Hoddle M., Mound L.A. & Akahara S., 2004. Thysanoptera Recorded From California, U.S.A. a Checklist. *Florida Entomologist*, 87(3): 317-323.
342. Hodek I., 1993. Habitat and food specificity in aphidophagous predators. *Biocontrol Science and Technology*, 3: 91-100.
343. Hodek I. & Honěk A., 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *BioControl*, 51: 232-243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.018>.
344. Hodek I. & Evans E.W., 2012. Food relation ship. *In*: Van Emden H.F. & Honěk A. (Eds.). *Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. Pp. 141-274.
345. Hodgson C.J. & Aveling C., 1988. Anthocoridae, *In*: Minks B. & Harrewijn P. (Eds.). *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control* (Elsevier, Amsterdam). Pp. 279-292.
346. Hölldobler B. & Wilson E.O., 1990. *The Ants*. Ed. Springer, Berlin, 732 p.
347. Hollis D., 1968. A revision of the genus *Aiolopus* Fiber (Orthoptera: Acridoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 22 (7): 35.

348. **Holzinger W.E., Emeljanov A.F. & Kammerlander I., 2002.** Zikaden: leafhoppers, planthoppers and cicadas. The family Cixiidae Spinola 1839 (Fulgoromorpha) a review. *Denisia*, 4: 113-138.
349. **Honěk A., 1982.** The distribution of overwintered *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) adults in agricultural crops. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 9: 311-319.
350. **Honěk, A. 1985.** Habitat preferences of aphidophagous Coccinellids (Coleoptera). *Entomophagu*, 30: 253-264.
351. **Honěk A., 1991.** Crop density and abundance of cereal leaf beetles (*Oulema spp.*) in winter wheat (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 98: 174-178.
352. **Hsu S.J. & Robinson A.G., 1962.** Resistance of barley varieties to the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 42: 247- 251.
353. **Hsu S.J. & Robinson A.G., 1963.** Further studies on resistance of barley varieties to the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 43: 343-348.
354. **Hubbard M.D., 1990.** A Catalog of the Order Zoraptera (Insecta). *Insecta Mundi*, 4(1-4): 49-66. DOI : <http://digitalcommons.unl.edu/insectamundi/393>.
355. **Hullé M. & Cœur d'acier A., 2007.** Les pucerons, indicateurs de changements globaux? *Biofuture*, 297: 44-47.
356. **Hullé M., Turpeau E. & Robert Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraîchères : cycle biologique et activité de vol. Ed. ACTA, INRA, Paris, 80 p.
357. **Hullé M., Chaubet B. & Dedryver C.A., 2011.** Les pucerons des grandes cultures: Cycles biologiques et activités de vol. ACTA, Paris, 136 p.
358. **Hullé M., Cœur d'acier A., Bankhead-Dronnet S. & Harrington R., 2010.** Aphids in the face of global changes. *Comptes Rendus Biologies*, 333: 497-503.
359. **Iablokoff-Khnzorian S.M., 1982.** Les coccinelles (Coléoptères: Coccinellidae).Ed. Boubée, Paris, 568 p.
360. **Ikeda H., Kubota K., Kagaya T. & Abe T., 2007.** Flight capabilities and feeding habits of silphine beetles: are flightless species really “carrion beetles”? *Ecological Research*, 22: 237-241.
361. **Ikeda H., Kagaya T., Kubota K. & Abe T., 2008.** Evolutionary relationships among food habit, loss of flight, and reproductivite traits: life- history evolution in the silphinae (Coleoptera: Silphidae). *Evolution*, 62(8): 2065-2079.
362. **Ingrisch S. & Köhler G., 1998.** Die Heuschrecken Mitteleuropas. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 460 p.
363. **Ingrisch S. & Rentz D.C.F., 2009.** Orthoptera: Grasshoppers, Locusts, Katydid, Crickets. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). *Encyclopedia of Insects*. 2nd Elsevier Science (USA), Academic Press, Pp. 732-743.
364. **Iperti G., 1983.** Les coccinelles de France. Faune et flore auxiliaires en agriculture .Journées d'études et d'information 4 et 5 mai 1983, Ed. INRA, Paris, Pp. 89-96.
365. **Iperti G., 1999.** Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 323-342.

366. Iqbal J., Ashfaq M. & Ali A., 2008. Management of aphids by augmentation of coccinellids and *Chrysoperla carnea* under field conditions on wheat. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 45(1): 57-59.
367. Irwin, M.E. & Thresh J.M., 1988. Long-range aerial dispersal of cereal aphids as virus vectors in North America. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 321: 421-446.
368. Irwin M.E., Schlinger E.I. & Thompson F.C., 2003. Diptera, true flies. *In*: Goodman S.M. & Benstead J.P. (Eds.). The Natural History of Madagascar, Chicago/London: Univ. Chicago Press., Pp. 692-702.
369. Ishida H., Murai T., Sonoda S., Yoshida H., Izumi Y. & Andtsumuki H., 2003. Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae). Applied Entomology and Zoology, 38: 65-68.
370. ITGC, 1978. Les principales variétés de céréales cultivées en Algérie. Ed. ITGC, Algérie, 114 p.
371. Ives A.R., Kareiva P. & Perry R., 1993. Response of a predator to variation in prey density at three hierarchical scales lady beetles feeding on aphids. Ecology, 74: 1929-1938.
372. Jactel H., Brockerhoff E. & Duelli P., 2005. A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestation, and re-examination of responsible factors. Forest Diversity and Function, 176: 235-262.
373. Jarlan A., De Oliveira D. & Gringras J., 1997. Pollination by *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae) and seed set of greenhouse sweet pepper. Horticultural Entomology, 90: 1646-1649.
374. Jaschhof M., Skuhravà M. & Penttinen J., 2014. Checklist of the Cecidomyiidae (Diptera) of Finland. ZooKeys, 441: 103-118. DOI: 10.3897/zookeys.441.7503.
375. Javahery M., Schaefer C.W. & Lattin J.D., 2000. Shield bugs (Scutelleridae). *In*: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (Eds.). Heteroptera of economic importance. CRC Press, Boca Raton, Pp. 475-503.
376. Jestin L., 1992. L'orge. *In*: Gallais A. & Bannerot H. (Eds.). Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, Pp. 55- 70.
377. Joern A., 1982. Distributions, densities and relative abundances of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Nebraska sandhills prairie. Prairie Naturalist, 14: 24-2.
378. Johnson N.F., 1992. Catalog of world species of Proctotrupeoidea, exclusive of Platygastriidae (Hymenoptera). Memoirs of the American Entomological Institute, 51: 1-825.
379. Jolivet P. & Hawkeswood T.J., 1995. Host-plants of Chrysomelidae beetles of the world: an essay about the relationships between leaf beetles and their food-plants. Backhuys Publishers, Leiden, 281 p.
380. Jolivet P. & Verma K.K., 2002. Biology of Leaf Beetles. Andover: Intercept Publishers, 332 p.
381. Jones D.R., 2005. Plant viruses transmitted by thrips. European Journal of Plant Pathology, 113(2): 119-157.
382. Jones C.G., Lawton J.H. & Shachak M., 1994. Organisms as ecological engineers. Oikos, 69: 373-386.

- 383. Jonsson M., Wratten S.D., Landis D.A. & Gurr G.M., 2008.** Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological Control*, 45: 172-175.
- 384. Kagata H. & Ohgushi T., 2006.** Bottom-up trophic cascades and material transfer in terrestrial food webs. *Ecological Research*, 21: 26-34.
- 385. Kakol E. & Kucharczyk H., 2004.** The occurrence of Thrips (Thysanoptera: Insecta) on winter and spring wheat in chosen regions of Poland. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 39(1-3): 263-269.
- 386. Kamran A., Asif M., Hussain S.B., Ahmad M. & Hirani A., 2013.** Major Insects of Wheat: Biology and Mitigation Strategies. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/55799>. (Consulter le 13/12/2018).
- 387. Karadjova O. & Krusteva H., 2016.** Species composition and population dynamics of the harmful insect fauna (Hemiptera: Cicadomorpha, Fulgoromorpha and Sternorrhyncha) of winter triticale. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22 (4): 619-626.
- 388. Karl I., Stoks R., De Block M., Janowitz S.A. & Fischer K., 2011.** Temperature extremes and butterfly fitness conflicting evidence from life history and immune function. *Global Change Biology*, 17: 676-687.
- 389. Karren J.B., 1986.** The cereal leaf beetle in Utah. *Cereal Crop Pests*, V: 31-32.
- 390. Karren J.B., 1993.** The Russian Wheat Aphid in Utah: An update. *Extension Entomology. Fact Sheet*, 80:1-4.
- 391. Karso B.A., Al-Ghannoum M.I. & Ammeen S.H., 2015.** Parasitism of the Wheat Stem Sawflies *Cephus pygmaeus* and *Trachelus tabidus* (Hymenoptera: Cephidae) in Northern Iraq. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(2): 485-487.
- 392. Kauffman B. & Stoks R., 2002.** Western region biocontrol report: cereal leaf beetle biocontrol. Riverdale, Maryland: Plant Protection and Quarantine, Animal and Plant Health Inspection Service, United States Department of Agriculture.
- 393. Kavallieratos N.G., Lykouressis D.P., Sarlis G.P., Stathasgl G.J., Sanchis S.A. & Athanassiou C.G., 2001.** The Aphidiinae (Hymenoptera: Ichneumonoidea: Braconidae) of Greece. *Phytoparasitica*, 29(4): 306-340.
- 394. Kavallieratos N.G., Tomanović Ž., Starý P., Athanassiou C.G., Sarlis G.P., Petrović O., Niketić M. & Veroniki A., 2004.** A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomological Zoology*, 39: 227-263.
- 395. Kavallieratos N.G., Tomanović Z., Starý P., Athanassiou C.H.G., Fassea C., Petrović O., Staniscvljevic L.Z. & Veronick M.A., 2005.** *Praon* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) of south eastern Europe: key, host range and phylogenetic relationships. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 243:181-209.
- 396. Kaya M., 2009.** ISPARTA İLİ VE İLÇELERİ MEYVE BAHÇELERİNDEKİ COCCINELLIDAE (COLEOPTERA) FAMILİYASINA AİT TURLERİN SAPTANMASI. Phd Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 130 p.

- 397. Kazantsev S. & Brancucci M., 2007.** Cantharidae. *In*: Löbl I. & Smetana A. (Eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera Vol. 4., Apollo Books, Stenstrup, Denmark, Pp. 234-298.
- 398. Kearns C.A., 2001.** North American dipteran pollinators: assessing their value and conservation status. *Conservation Ecology*, 5(1): 5. DOI: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art5/>.
- 399. Kearns C.A., 2002.** Flies and flowers: an enduring partnership. *Wings (The Xerces Society)*, 25 (2): 3-8.
- 400. Kehr J., 2006.** Phloem sap proteins: their identities and potential roles in the interaction between plants and phloem-feeding insects. *Journal of Experimental Botany*, 57: 767-774.
- 401. Kellil H., 2006.** Contribution à l'étude éco-biologique des pucerons rencontrés dans une parcelle de blé dur dans la station du CNCC d' El- Khronb (Constantine). Mémoire Ing. Agro. Dép. Agro., Batna, 51 p.
- 402. Kellil H., 2011.** Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien. Mémoire Magister, Agronomie, Batna, 188 p.
- 403. Kenngedy T.F. & Connery J., 2001.** Barley yellow dwarf virus in winter barley in Ireland: yield loss and timing of autumn aphicides in controlling the MAV-strain. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 40: 55-70.
- 404. Kevan P., 1999.** Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1/3): 373-393.
- 405. Kevan P., 2002.** Flowers, pollination, and the associated diversity of flies. *Biodiversity*, 3(4):16-18.
- 406. Khaghaninia S., Abad R.F.P. & Hayat R., 2010.** Seven species as new records for hover flies fauna of Iran (Diptera, Syrphidae) from Qaradag Forests. *Munis Entomology & Zoology*, 5: 307-308.
- 407. Khaliq A., Javed M., Sohail M. & Sagheer M., 2014.** Environmental effects on insects and their population dynamics. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(2): 1-7.
- 408. Khamraev A.S.h. & Davenport C.F., 2004.** Identification and control of agricultural plant pests and diseases in Khorezm and the Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan. <http://www.khorezm.uni-bonn.de/>. (Consulter le 06/08/2018).
- 409. Khan S.A., 2005.** Studies on the aphid distribution pattern and their natural enemies in wheat and maize crop. Ph.D. Thesis, Department of Plant Protection, Agricultural University Peshawar, Pakistan, 179 p.
- 410. Kher S.V., Dosdall L.M. & Cárcamo H.A., 2011.** The cereal leaf beetle: biology, distribution and prospects for control. *Prairie Soils Crops*, 4: 32-41. DOI: www.prairiesoilsandcrops.ca.
- 411. Kieckhefer R.W. & Gellner J.L., 1988.** Influence of Plant Growth Stage on Cereal Aphid Reproduction. *Crop Science*, 28(4): 688-690.
- 412. Kindlmann P. & Dixon A.F.G., 1989.** Developmental constraints in the evolution of reproductive strategies: telescoping of generations in parthenogenetic aphids. *Functional Ecology*, 3: 531-537.
- 413. Klein A.M., Vaissiere B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham SA., Kremen C. & Tscharntke T., 2007.** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 303-313.

414. **Kogan M. & Paxton J., 1983.** Natural inducers of plant resistance to insects, chapter 9: Plant Resistance to Insects, ACS Symposium Series 208, American Chemical Society, Washington, D.C., Pp. 153-171. DOI: 10.1021/bk-1983-0208.ch009.
415. **Kolbe W., 1970.** Nouvelles recherches sur les pertes de rendements dues aux pucerons dans les cultures de céréales. Ed. Pflanzenschviz-Nachrichtien, Bayer, 40 p.
416. **Konarev A.I.V., Konarev A.V., Nefedova L.I., Gubareva N.K. & Ozay S.D., 2013.** Analysis of glutenhydrolyzing Proteinase polymorphism in wheat grains damaged by Sunn Pest *Eurygaster integriceps* Put. and related bugs. Russian Agricultural Sciences, 39: 390-395. <http://dx.doi.org/10.3103/S1068367413060104>.
417. **Kontodimas D.C. & Stathas G.J., 2005.** Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. Biological Control, 50: 223-233.
418. **Kos K., Tomanović Z., Petrović-Obradović O., Laznik Z., Matej Vidrih M. & Trdan S., 2008.** Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia. Acta agriculturae Slovenica, 91: 1-16.
419. **Kozminykh V.O., 2015.** Сведения о фауне жуков-чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) Оренбургской области. ВЕСТНИК ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, 1(13) :16-42.
420. **Kramer M.M., Bradley J., Sinclair S. & Cumming J.M., 2005.** Five new species of Tachydromiinae (Diptera: Empididae s.l.) from New World Tertiary ambers. Zootaxa, 1010 (1010): 37-52.
421. **Krambais A., 1987.** Host plant, seasonal migration and control of the berry bug, *Dolycoris baccarum* L. in Cyprus. FAO plant protection bulletin, 35: 25-26.
422. **Krauss J., Gallenberger I. & Steffan-Dewenter I., 2011.** Decreased Functional Diversity and Biological Pest Control in Conventional Compared to Organic Crop Fields. PLoS/ONE, 6(5): 19-29. DOI:[10.1371/journal.pone.0019502](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019502).
423. **Kristensen N.P., 1999.** Lepidoptera: moths and butterflies. Evolution, systematics and biogeography. *In*: Fischer M. (Ed.). Arthropoda: Insecta, Volume IV, Part 35. Handbook of Zoology: a natural history of the phyla of the animal kingdom. Walter de Gruyter, Berlin. Pp. 491.
424. **Kristensen N.P., Scoble M.J. & Karsholt O., 2007.** Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. Zootaxa, 1668: 699-747. DOI: www.mapress.com/zootaxa/.
425. **Kromp K., 1999.** Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystems and Environment, 74(1-3): 187-228.
426. **Kruess A. & Tschardt T., 2002.** Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. Biological Conservation, 106(3): 293-302.
427. **Krusteva H. & Pelov V., 1995.** Major pest species of hoppers in wheat and barley. Plant Protection, 7: 23-25.

428. Kumar P.G. & Pham P.H., 2015. New distributional records of scoliid wasps (Insecta: Hymenoptera: Scolidae) from India. Records of the Zoological Survey of India, 115(1/4): 325-334
429. Kumawat K.C. & Jheeba S.S., 1999. Varietal screening of barley, *Hordeum vulgare* L. against aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). International Journal of Tropical Agriculture, 17 (1/4): 203-207.
430. Kutty S.N., Pape T., Wiegmann B.M. & Meier R., 2010. Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. Systematic Entomology, 35: 614-635. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2010.00536.x>.
431. Lach L. & Thomas M.L., 2008. Invasive ants in Australia: documented and potential ecological consequences. Australian Journal of Entomology, 47: 275-288.
432. Laciny A. & Nemeschkal H.L., 2015. Disassortative parasitic infestation by larval mites of the genus *Trombidium* (Acari: Trombidiidae) *Rhagoxycha fulva* SCOPOLI, 1763 (Coleoptera: Cantharidae). Entomologica Austriaca, 22: 75-89.
433. Lamotte M. & Bourlière F., 1969. Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Masson, 151 p.
434. Landis D.A. & Van der Werf W., 1997. Early-season predation impacts the establishment of aphids and spread of beet yellows virus in sugar beet. Entomophaga, 42: 499-516
435. Larivière M.C. & Laroche A., 2004. Heteropter (Insecta: Hemiptera): catalogue. Lincoln, Canterbury, New Zealand Manaaki Whenua Press, 329 p.
436. Larrosa E., Garía M.D., Clemente M.E. & Presa J.J., 2008. Sound production in *Calliptamus barbarus* Costa 1836 (Orthoptera: Acrididae: Catantopinae). Annales de la Société entomologique de France, 44(2): 129-138.
437. Larson B.M.H., Kevan P.G. & Inouye D.W., 2001. Flies and flowers: I. The taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. Canadian Entomologist, 133(4): 439-465.
438. Larsson H., 2005. Economic damage by *Limothrips denticornis* in rye, triticale and winter barley. Journal of Applied Entomology, 129(7) : 386-392.
439. Latteur G. & Moens R., 1980. Rôle clef de la lutte biologique naturelle dans la lutte intégrée contre les pucerons des céréales en été. Ed. CRA, Gembleux (Belgique), 9 p.
440. Lattin J.D., 2000. Minute pirate bugs (Anthocoridae). *In*: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (Eds.). Heteroptera of economic importance. CRC Press, Boca Raton, Pp. 607-637.
441. Lavigne R.J., 2001. Predator-Prey Database for the family Asilidae (Hexapoda: Diptera) (Internet - (<http://www.geller-grimm.de/catalog/lavigne.htm>)). (Consulter le 6/1/2019).
442. Lavigne R.J., Dennis S. & Gowen J.A., 2000. Asilid Literature Update 1956-1976. Rapport de l'Université du Wyoming (Etats-Unis), 93 p.
443. Lawrence J.F., Hastings A.M., Dallwitz M.J., Paine T.A. & Zurcher E.J., 1999. Beetles of the World: A Key and Information System for Families and Subfamilies. European Journal of Entomology. 98 (2): 165-166. DOI: [10.14411/eje.2001.029](https://doi.org/10.14411/eje.2001.029).

444. **Leather S.R. & Dixon A.F.G., 1981.** Growth, survival and reproduction of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*, on its primary host. *Annals of Applied Biology*, 99:115-118.
445. **Leather S.R. & Dixon A.F.G., 1982.** Secondary host preferences and reproductive activity of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*. *Annals of Applied Biology*, 101: 219-228.
446. **Leather S.R. & Lehti J.P., 1982.** Field studies on the factors affecting the population dynamics of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae*, 21: 20-31.
447. **Leather S.R., Walters K.F.A. & Dixon A.F.G., 1989.** Factors determining the pest status of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum Padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae), in Europe: a study and review. *Bulletin of entomological research*, 79: 345-360.
448. **Leclant F., 1974.** Les pucerons des céréales dans le Midi de la France. 4^{ème} Journ. Phylatrie et phytopharmacie, INRA, France, Pp. 303-307.
449. **Leclant F., 1978.** Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification, I, grandes cultures. Ed. Association de coordination techniques agricole, Paris, 63 p.
450. **Leclant F., 1999.** Les pucerons des plantes cultivées, Clef d'identification, I grandes cultures. Ed. ACTA, INTRA, Paris, 64 p.
451. **Lee J.E., Slabber S., Jansen van Vuuren B., Van Noort S. & Chown S.L., 2007.** Colonisation of sub-Antarctic Marion Island by a non-indigenous aphid parasitoid *Aphidius matricariae* (Hymenoptera, Braconidae). *Polar Biology*, 30: 1195-1201. DOI: [10.1007/s00300-007-0277-z](https://doi.org/10.1007/s00300-007-0277-z).
452. **Leksono A.S., Nakagoshi N., Takada K. & Nakamura K., 2005.** Vertical and seasonal variation in the abundance and the species richness of Attelabidae and Cantharidae (Coleoptera) in a suburban mixed forest. *Entomological Science*, 8: 235-243.
453. **Leroy P., Capella Q. & Haubruge E., 2009.** L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(2): 325-334.
454. **Levesque K.R., Fortin M. & Mauffette Y., 2002.** Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization efficiencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Bulletin of entomological research*, 92: 127-136.
455. **Li X., Schuler M.A. & Berenbaum M.R., 2007.** Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*, 52: 231-253.
456. **Libert P.N. & Henrard A., 2012.** Le genre *Euceros* Gravenhorst (Ichneumonidae: Eucerotinae) en Belgique. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 65 : 25-34.
457. **Liberti G., 2009.** The Dasytidae (Coleoptera) of Sardinia. *Zootaxa*, 2318: 339-385.
458. **Lins Jr J.C., Bueno V.H.P., Silva D.B., Lenteren J.C.V. & Sampaio M.V., 2011.** *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae), a natural enemy of *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae): Life table and intrinsic rate of population increase. *European Journal of Entomology*, 108: 575-580. DOI: <http://www.eje.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=1655>.
459. **Linzmeier A.M. & Ribeiro-costa C.S., 2008.** Seasonality and temporal structuration of Alticini community (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in the Araucaria Forest of Parana, Brazil.

- Revista Brasileira de Entomologia, 52(2): 289-295. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000200009>.
- 460. Livia C., 2006.** Diversity and economic importance of the leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) in the republic of Moldova. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine, 62:184-187.
- 461. Lobo J.M., Castro I. & Moreno J.C., 2001.** Spatial and environmental determinants of vascular plant species richness distribution in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. Biological Journal of the Linnean Society, 73: 233-253.
- 462. Losey J.E. & Vaughan M., 2006.** The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. BioScience, 56(4): 313-323.
- 463. Lucas E., 2005.** Intraguild Predation among Aphidophagous Predators. European Journal of Entomology, 102: 351-364.
- 464. Lyon J.P., 1983.** Les prédateurs auxiliaires de l'agriculture in faune et flore auxiliaire en agriculture. Journées d'étude et d'information, 4,5 mai 1983, ACTA, Paris, Pp. 35-38.
- 465. Ma R., Reese J.C., Black W.C. & Bramel-Cox P., 1990.** Detection of pectinesterase and polygalacturonase from salivary secretions of living greenbugs, *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). Journal of Insect Physiology, 36: 507-512.
- 466. MacArthur R., 1972.** Coexistence of species. *In:* Behnke J.A. (Ed.). Challenging Biological Problems, Oxford University Press. Pp. 251-259.
- 467. Macharia M., Muthangya P.M. & Wanjama J.K., 1997.** Management of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*, on wheat in Kenya by use of seed dressing insecticides. African Crop Science Conference Proceedings, 3: 1191-1198.
- 468. Macharia M., Maling A. & Kinyua M.G., 2002.** Occurrence of Russian wheat aphid in Kenya: The problem and possible control strategies. Egerton University/KARI-NPBRC Symposium, 25-26 November 2002, NPBRC- Njoro, Kenya.
- 469. Macharia M., Njuguna M. & Koros I., 2004.** Survey of natural enemies of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdijumov) in Kenya. *In:* Kinyua M.G., Kamwaga J., Owuoche J.O., Ndiema A.C., Njau P.N., Friesen D.K. & Ouya D. (Eds.). Proceedings of the 12th Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa, Nakuru, Kenya, 22-26 November 2004. Pp. 161-165.
- 470. Macharia M., Tebkew D., Agum W. & Njugum M., 2016.** Incidence and distribution of insect pests in rain-fed wheat in Eastern Africa. African Crop Science Journal, 24: 149 -155.
- 471. Macharia M., Nyakwara Z.A., Njuguna M. & Maina I.N., 2017.** The Occurrence of Cereal Aphids in Rainfed Wheat in Kenya: The Problem and Possible Integrated Pest Management. Wheat Improvement, Management and Utilization. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/67115>.
- 472. Maciejowski W. & Skalski T., 2006.** Influence of climatic factors on distribution of the beetles from families Curculionidae and Carabidae (Coleoptera). Ekológia (Bratislava), 25(1): 148-158.

473. **Madaci B., 1991.** Contribution à l'étude de l'entomofaune des céréales et particulièrement quelques aspects de la bio-écologie d'*Oulema hoffmannseggii* Lac. (Coleoptera, Chysomelidae) dans la région d'El-Khroub (Algérie). Mémoire Magister, Biologie. Animale. Univ. Mentouri, Constantine, 89 p.
474. **Madl M., 2015.** A catalogue of the families Ceraphronidae, Megaspilidae (Ceraphronoidea), Diapriidae (Diaprioidea) and Proctotrupidae (Proctotrupeoidea) of the Malagasy subregion (Insecta: Hymenoptera). Linzer biologische Beiträge, 47(1): 621-652.
475. **Magro A. & Hemptinne J., 1999.** The pool of coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) to control coccids (Homoptera: Coccoidea) in Portuguese citrus groves. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 25: 311-320.
476. **Magurran A.E., 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 p.
477. **Magurran A.E., 2011.** Medindo a diversidade biológica. Curitiba: Editora UFPR, 261 p.
478. **Maher N., 2002.** Sélection du site de ponte chez *Lobesia Botrana* (Lepidoptera, Tortricidae): influence de l'information chimique on volatile résistante sur les fruits de plantes hôtes. Thèse doctorat. Univ. victor segalen Bordeaux2. 260 p.
479. **Mahmood K., Ullah M., Aziz A., Hasan SA. & Inayatullah M., 2012.** To the knowledge of Vespidae (Hymenoptera) of Pakistan. Zootaxa, 3318: 26-50.
480. **Majer K., 1982.** Species of the genus *Aplocnemus* of Middle Europe (Coleoptera: Melyridae). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 29: 421-445.
481. **Majer J.M., 1997.** European Asilidae. *In:* Papp L. & Darvas B. (Eds.). Contributions to a manual of Palaearctic Diptera, Volume 2 Nematocera and Lower Brachycera. Science Herald, Budapest (Hongrie), Pp. 549-567.
482. **Makkouk K.M., Barker I. & Skaf J., 1989.** Stereotyping of barley yellow dwarf virus isolates on cereal crops in west Asia and North Africa. Phytopathologia Mediterranea, 28: 164-168.
483. **Malschi D., 2007.** Environment, agriculture, sustainable development and integrated management of pests cereals agroecosystems. Ed. Argonaut Cluj-Napoca, 186 p.
484. **Malschi D., 2009.** Integrated pest management in relation to environmental sustainability. Part I. Ecological management of wheat pests. Manual online. Faculty of Environmental Sciences, Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca. Bioflux Publishing House, Cluj-Napoca, 200 p.
485. **Malschi D., Ivaş A., Valean A., Cheţan F., Tritean N., Cheţan C. & Pataki I., 2015.** Current importance of wheat pests in the cultural technologies of soil no-tillage conservative system and of antierosional agroforestry curtains System, in Transylvania. ProEnvironment, 8: 159-169.
486. **Martini X., 2010.** Évolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages. Thèse Doctorat. Univ. Toulouse, 133 p.
487. **Márquez J., 2004.** Colección de coleópteros del Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México, 35 p.
488. **Mssa B., 2013.** Pamphagidae (Orthoptera: Caelifera) of North Africa: key to genera and the annotated check-list of species. Zootaxa, 3700(3): 435-447. DOI : www.mapress.com/zootaxa/.

489. **Mateos E., Goula M., Sauras T. & Santos X., 2018.** Habitat structure and host plant specialization drive taxonomic and functional composition of Heteroptera in postfire successional habitats. *Turkish Journal of Zoology*, 42: 449-463.
490. **Matsubayashi K.W., Ohshima I. & Nosil P., 2010.** Ecological speciation in phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 134: 1-27.
491. **Mawdsley J.R., 1999.** Redescription and notes on the biology of *Amecocerus senilis* (LeConte) (Coleoptera: Melyridae: Dasytinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 107: 68-72.
492. **Mawdsley J.R., 2003.** The importance of species of Dasytina (Coleoptera: Melyridae) as pollinators in western North America. *The Coleopterists Bulletin*, 57: 154-160.
493. **May R.M., 2002.** The future of biological diversity in a crowded world. *Current Science*, 82(11):1325-1331.
494. **Maynard Smith J., 1978.** The evolution of sex. Cambridge University Press, Cambridge, 222 p.
495. **Mayor A., 2007.** Family Dasytidae Laporte, 1840. *In*: Löbl I. & Smetana A. (Eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 4. Elateroidea - Derodontoidea - Bostrichoidea - Lymexyloidea - Cleroidea - Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, Pp. 388-415.
496. **McLean I.F.G., 2000.** Beneficial Diptera and their role in decomposition. *In*: Papp L. & Darvas B. (Eds.). Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera. Volume 1. General and Applied Dipterology. Science Herald, Budapest. Pp. 491-517.
497. **McPherson R.M., 1983.** Damage potential of cereal leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Virginia small grains and corn. *Journal of Economic Entomology*, 76: 1285-1287.
498. **Medina P., Budia F., Estal P.D. & Uinuela E., 2004.** Influence of Azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: Toxicity and ultra structural approach. *Journal of Economic Entomology*, 97: 43-50.
499. **Meena B.L., Dadhich S.R. & Kumawat R.L., 2002.** Efficacy of some insecticides against ladybird beetle, *Coccinella septempunctata* L. feeding on fenugreek aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris.). *Annales de Biologie*, 18:171-173.
500. **Mefti M., Abdelguerfi A. & Chebouti A., 2000.** Étude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* (L.) Gaertn. *Options Méditerranéennes CIHEAM*, 173-176.
501. **Mekaoussi R., 2015.** Étude de comportement variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis-à-vis de *Rhopalosiphum maïdis* (Homoptera : Aphididae) dans la région de Batna en vue de l'amélioration de la plante. Mémoire Magister, Agronomie, Batna, 94 p.
502. **Menéndez R., 2007.** How are insects responding to global warming. *Tijdschrift voor Entomologie*, 150: 355-365.
503. **Merritt R.W., Courtney G.W. & Keiper J.B., 2003.** Diptera. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, London. Pp. 324-340.
504. **Merritt R.W., Courtney G.W. & Keiper J.B., 2009.** Diptera: Flies, Mosquitoes, Midges, Gnats. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). 2nd Elsevier Science (USA), Academic Press. Pp 284-297.

- 505. Meyer J.R., 2005.** Hemiptera suborder Homoptera. <http://WWW.Cals.ncsu.edu/course/ent425/compendium/homopt-1.html>. 6 p. (Consulter le 12/01/2019).
- 506. Meyer J.R., 2008.** Hemiptera Suborder Heteroptera and Suborder Homoptera. <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/compendium/homo>. (Consulter le 19/02/2019).
- 507. Meziani A., Bammoun A., Hamou M. & Bainis L., 1992.** Essai de définition des caractères d'adaptation du blé dur dans différentes zones agroclimatiques de l'Algérie. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Les Colloques, (n°64), Montpellier (France), 15-17 Décembre 1992. Ed. INRA, Paris, Pp. 191-203.
- 508. Michaud J.P., 2012.** Coccinellids in biological control. *In*: Hodek I., van Emden H.F. & Honěk A. (Eds.). Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae). Blackwell Publishing Ltd., UK, Pp. 488-519.
- 509. Michels Jr. & Matis J.H., 2008.** Corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae), is a key to greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), biological control in grain sorghum, *Sorghum bicolor*. European Journal of Entomology, 105: 513-520.
- 510. Michels Jr., Elliot G.J., Romero N.C., Owings R.A. & Bible D.A., 2001.** Impact of indigenous coccinellids on Russian wheat aphids and greenbugs (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the Texas panhandle. Southwestern Entomologist, 26: 97-114.
- 511. Michener C.D., 2000.** The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, 807 p.
- 512. Micó E.B., 2001.** Los escarabeidos antófilos de la península Ibérica (Coleoptera: Scarabaeoidea: Hopliinae, Rutelidae, Cetoniidae): taxonomía, filogenia y biología. Tesi doctorat de la Universitat d'Alacant, 519 p.
- 513. Mignon. J., Colignon P., Haubruge É. & Francis F., 2003.** Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) en cultures maraîchères. Conférence Internationale Francophone d'Entomologie, Montréal, 84: 121-128.
- 514. Millar I.M., 1990.** The aphids (Homoptera: Aphidoidea) of South Africa, an identification guide. Department of Agricultural Development, Republic of South Africa, Entomology Memoir, 78: 1-105.
- 515. Miller J.C., 1980.** Niche relationships among parasitic insects occurring in a temporary habitat. Ecology, 61: 270-275.
- 516. Miller J.C., 1993.** Insect natural history, multi-species interactions and biodiversity in ecosystems. Biodiversity and Conservation, 2: 233-241.
- 517. Miller R.H. & Al-Ghannoum M.I., 1994.** Current distribution of wheat and barley insects in Syria and some implications for cereal pest management. Arab Journal of Plant Protection, 12(1):80-82.
- 518. Miller K.B., Hayashi C., Whiting M.F., Svenson G.J. & Edgerly J., 2012.** The phylogeny and classification of Embioptera (Insecta). Systematic Entomology, 37: 550-570.
- 519. Miller R.H., Tanigohi L.K., Buschman L.L. & Kornosor S., 1993.** Distribution and ecology of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko (Homoptera: Aphididae) in western Asia and northern Africa. Arab Journal of Plant Protection, Lebanon, 11(1): 45-52.

- 520. Milonas P.G. & Savopoloulou-Soultani M., 2000.** Development, survivorship, and reproduction of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, 93: 96-102.
- 521. Milosavljevic I., Esser A.D. & Crowder D.W., 2016.** Effects of environmental and agronomic factors on soil-dwelling pest Communities in cereal crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 225: 192-198.
- 522. Minaei K. & Mound L.A., 2008.** The Thysanoptera Haplothripini (Insecta: Phlaeothripidae) of Iran. *Journal of Natural History*, 42 (41, 42): 2617-2658.
- 523. Minaei K., Alavi J., Rashid B. & Mokhtari A., 2016.** *Haplothrips zabolius* sp. n., a new species from Sistan and Baluchestan province, southeast of Iran (Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 35(4): 39-44.
- 524. Minaei K. & Aleosfoor M., 2013.** A new species of *Haplothrips* from southern Iran (Thysanoptera, Phlaeothripidae). *ZooKeys*, 275: 91-99.
- 525. Mirutenko V.V., 2013 a.** The families Malachiidae and Dasytidae in the collections of the Goulandris Natural History Museum, Athens, Greece. *Entomologia Hellenica*, 22: 1-6.
- 526. Mirutenko V.V., 2013b.** The Family Malchidae (INSECTA: COLEOPTERA) in Collections of the natural history museum in Belgrade. *Acta entomologica serbica*, 18(1/2): 43-54.
- 527. Mitra B. & Banerjee D., 2007.** Fly pollinators: assessing their value in biodiversity conservation and food security in India. *Records of the Zoological Survey of India*, 107(Part 1): 33-48.
- 528. Mitroiu M.D., AbolhassanZadeh F. & Madjzadeh S.M., 2011.** New records of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from Iran, with description of a new species. *North-Western. Journal of Zoology*, 7 (2): 243-249.
- 529. Mohamed A.E., Hamdy E., Ahmed M., Mohamed A.E. & Wahab E.G., 2005.** Host range and seasonal abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) in Sharkia, Egypt. *Plant Protection Research Institute*, 30: 8117-8126.
- 530. Mohand-Kaci H., 2001.** Entomofaune du blé en Mitidja orientale. Bio-écologique des Aphides et en particulier de *Sitobion avenae* (Homoptera, Aphididae) et leurs ennemis naturels et traitement biologique. *Mémoire Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger*, 129 p.
- 531. Mooney K.A., Gruner D.S., Barber N.A., Van Bael S.A., Philpott S.M., & Greenberg R., 2010.** Interactions among predators and the cascading effects of vertebrate insectivores on arthropod communities and plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 7335-7340.
- 532. Moore A., 2013.** Insect Orders. AG/BIO 345 - General Entomology. University of Guam, 24 p
- 533. Moreau J.P. & Leclant F., 1977.** Biologie des ravageurs et méthodes de lutte. Lutte contre les maladies et les ravageurs des céréales, Journée d'étude 26 janvier 1977, Ed. ITCF, INRA, Paris, Pp. 211-215.
- 534. Morse M.S. & Hoddle M.S., 2006.** Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51: 67-89.
- 535. Mound L.A., 1997.** Thrips as crop pests. *Biological Diversity*, CAB Int., 198-215.

536. **Mound L.A., 2000.** The aquatic thrips *Organothrips indicus* Bhatti (Thysanoptera: Thripidae) in Queensland, and a new species, *O. wrighti*, from tropical Australia. Australian Journal of Entomology, 39: 10-14
537. **Mound L.A., 2002.** So many thrips-so few tospoviruses? Thrips and tospoviruses, Proceedings of the 7th international symposium on thysanoptera, 15-18. DOI: <https://pdfs.semanticscholar.org>.
538. **Mound L.A., 2005.** Thysanoptera: Diversity and Interactions. Annual Review of Entomology, 50: 247-269.
539. **Mound L.A., 2008.** Thysanoptera (Thrips) of the World. <http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/worldthrips.html>. (Consulter le 02/03/2019).
540. **Mound L.A. & Palmier J.M., 1983.** The generic and tribal classification of spore-feeding Thysanoptera (Phlaeothripidae: Idolothripinae). Bulletin of the British Museum (Natural History) l'Entomologie, 46: 1-174.
541. **Mound L.A., Teulon D.A.J., 1995.** Thysanoptera as phytophagous opportunists. *In*: Parker B.L., Skinner M. & Lewis T. (Eds.). Thrips Biology and Management. New York: Plenum, Pp. 3-20.
542. **Mound L.A. & Marullio R., 1996.** The thrips of Central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). Memoirs on Entomology International, 6: 487 p.
543. **Mound L.A. & Kibby G., 1998.** Thysanoptera: an identification guide, 2^{ed}. Wallingford: CAB, 70 p.
544. **Mound L.A. & Zapater M.C., 2003.** South American *Haplothrips* Species (Thysanoptera: Phlaeothripidae), with a New Species of Biological Control Interest to Australia against Weedy *Heliotropium amplexicaule* (Boraginaceae). Neotropical Entomology, 32(3): 437-442.
545. **Mound L.A. & Morris D.C., 2007.** The insect Order Thysanoptera: Classification versus Systematics. Zootaxa, 1668: 395-411.
546. **Mulkern G.B., 1980.** Population fluctuations and competitive relationships of grasshopper species (Orthoptera: Acrididae). Transactions of the American Entomological Society, 106: 1-41.
547. **Muller C.B., Williams I.S. & Hardie J., 2001.** The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. Ecological Entomology, 26: 330-340.
548. **Muller L., Krüger K. & Kfir R., 2014.** First report of the aphid parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) from South Africa. African Entomology, 22(1): 214-215.
549. **Müller J., Bussler H. & Kneib T., 2008.** Saproxylic Beetle Assemblages Related to Silvicultural Management Intensity and Stand Structures in a Beech Forest in Southern Germany. Journal of Insect Conservation, 12: 107-124.
550. **Nagaharish G., Shankara Murthy M., Prabhuraj A., Someskar & Shekhar G.S.P., 2017.** Faunistic studies on Crambidae: Pyraloidea (Lepidoptera) associated with fruit and flower crops of zone-1 and 2 of Karnataka, India. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(1): 875-880.
551. **Nagy B., 1988.** Zöld lombzöcske (*Tettigonia viridissima* Linné). *In*: Jermy T. & Balázs K. (Eds.). A Növényvédelmi állattan kézikönyve. 1. Akadémiai Kiadó, Budapest, Pp. 215-216.
552. **Nayar K.K., Rishnam T.N.A. & David B.V., 1976.** General and applied Entomology. Tata MC India, 589 p.

553. Nazari Y., Zamani A.A., Masoumi S.M., Rakhshani E., Petrović-Obradović O., Tomanović S., Starý P. & Tomanović Z., 2012. Diversity and host associations of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in the farmlands of western Iran. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 52(2) : 559-584.
554. Ndzana Abanda R.F.X., 2012. Régulation des bio-agresseurs dans les cultures associées de blé dur et de pois: impact de la diversité végétale sur la démographie des pucerons du pois. Thèse Doctorat, Université de Toulouse, 141p.
555. Neal J.J., Tingey W.M. & Steffens J.C., 1990. Sucrose esters of carboxylic-acids in glandular trichomes of *Solanum berthaultii* deter settling and probing by green peach aphid. *Journal of Chemical Ecology*, 16: 487-497.
556. Neff J.L. & Simpson B.B., 1993. Bees, pollination systems and plant diversity, *In*: LaSalle J. & Gauld I.D. (Eds.), *Hymenoptera and biodiversity International*, Pp. 143-167.
557. Netherer S. & Schopf A., 2010. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests - General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecology and Management*, 259: 831-838.
558. New T.R., 1999. Neuroptera and Biological Control (Neuropterida) Neuroptera and Biological Control (Neuropterida). *Stapfia* 60, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums. Neue Folge Nr., 138: 147-166.
559. Nicholls C.I. & Altieri M.A., 2013. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 257-274. DOI: [10.1007/s13593-012-0092-y](https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y).
560. Nielsen E.S. & Mound L.A., 1999. Global diversity of insects: the problems of estimating numbers. *In*: Raven P.H. & Williams T. (Eds.). *Nature and Human Society: the Quest for a Sustainable World*. National Acedemy Press, Washington, DC. Pp. 213-222.
561. Niemela J., 1990. Effect of changes in the habitat on Carabid assemblages in a wooded meadow on the Aland Islands. *Notule Entomologica*, 69: 169-174.
562. Nishida K., Rotheray G. & Thompson, F.C., 2002. First non-predaceous syrphine flower fly (Diptera: Syrphidae): a new leaf-mining Allograpta from Costa Rica. *Studia dipterologica*, 9: 421-436.
563. Noordijk J., 2016. Leefwijze van *Tapinoma nigerrimum* (Hymenoptera: Formicidae), een nieuwe exotische mier in Nederland. *Entomologische berichten*, 76 (3): 86-93.
564. Nouhuys S., 2005. Effects of habitat fragmentation at different trophic levels in insect communities. *Annales Zoologici Fennici*, 42 (4): 433-447.
565. Novak V., 2008. Order Coleoptera, family Tenebrionidae. *Arthropod fauna of the United Arabs emirates*, 1: 257-263.
566. O'Hara J.E., 2012. World genera of the Tachinidae (Diptera) and their regional occurrence. 75p. http://www.nadsdiptera.org/Tach/Genera/Gentach_ver7.pdf. (Consulter le 26/01/2019).

567. Oakley J.N., Walters K. F.A., Ellis S.A., Green D.B., Watling M. & Young J.B., 1996. Development of selective aphicide treatments for integrated control of summer aphids in winter wheat. *Annals of Applied Biology*, 128: 423-436.
568. Oerke E.C., 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144: 31-43.
569. Oerke E.C. & Dehne H.W., 2004. Safe-guarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*. 23: 275-285.
570. ØHara J.E., Floate K.D. & Cooper B.E., 1999. The Sarcophagidae (Diptera) of cattle feedlots in southern Alberta. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 72: 167-176.
571. Olfert O., Weiss R.M., Woods S., Philip H. & Dodsall L., 2004. Potential distribution and relative abundance of an invasive cereal crop pest, *Oulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae), in Canada. *The Canadian Entomologist*, 136: 277-287.
572. Oosterbrok P., 2007. *The European Families of the Diptera: Identification, Diagnosis, Biology*. KNNV Publishing, Utrecht, 205 p.
573. Osten T., 2005. Checkliste der Dolchwespen der Welt (Insecta: Hymenoptera, Scoliidae). *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg*, 62: 1-62.
574. Osten T., Ebrahim E. & Chahartagha M., 2003. Die Scoliiden des Iran und angrenzender Regionen mit Anmerkungen zu ihrer Lebensweise (Hymenoptera, Scoliidae). *Entomofauna*, 24(26): 353-377.
575. Ouali-N'Goran S.W.M., Trabi C.S., Moumouni D.M.A. & Tano Y., 2017. Diversity and abundance of insect pests of corn (*Zea mays* Poaceae) grown in a rural environment in the city of M'Bahiakro (East Central Côte d'Ivoire). *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 9(5): 77-86.
576. Ouchtati N. & Doumandji S.D., 2014. Identification des carabides dans un champ de céréales situé en Algérie. AFPP-deuxième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier 22 et 23 octobre, 7 p.
577. Ovsyannikova E.I. & Grichanov I.Y.A., 2015. *Tettigonia viridissima*. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and neighbouring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds. http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Tettigonia_viridissima. (Consulter le 11/02/2019).
578. Owen J., 1981. Trophic variety and abundance of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in an English suburban garden. *Ecography*, 4(3): 221-228. DOI: [10.1111/j.1600-0587.1981.tb01001.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1981.tb01001.x)
579. Ozbek H. & Anlaş S., 2011. Distribution of Scoliidae (Hymenoptera: Aculeata) of Turkey with their zoogeographic characterization. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(4): 627-639.
580. Özsisli T., 2011. Population densities of wheat thrips, *Haplothrips tritici* Kurdjumov (Thysanoptera: Phlaeothripidae), on different wheat and barley cultivars in the province of Kahramanmaraş, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(36): 7063-7070. DOI: [10.5897/AJB11.090](https://doi.org/10.5897/AJB11.090).
581. Paine T.D., Millar T.S., Bellows Jr., Hanks L.M. & Gould J.R., 199. Integrating classical biological control with plant health in the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 19: 125-130.
582. Painter R.H., 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. University of Kansas Press, Lawrence, KS, 520 p.

- 583. Pakalniškis S., 2004.** The Agromyzidae (Diptera) Feeding Particularities on Some Genera of Ranunculaceae. *Latvijas Entomologs*, 41: 93-99.
- 584. Pal D., Kumar S. & Verma R.P.S., 2012.** Pusa Losar (BHS 380)- the first dual-purpose barley variety for northern hills of India. *Indian Journal of Agricultural Science*, 82: 164-175.
- 585. Panda N. & Khush G.S., 1995.** Host plant resistance to insects. CAB International, Wallingford, 448 p.
- 586. Panizzi A.R., 1997.** Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Review of Entomology*, 42: 99-122.
- 587. Panizzi A.R. & Grazia P., 2015.** Chapter 1 Introduction to True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. *Entomology in Focus*, 3-20. DOI: [10.1007/978-94-017-9861-7_1](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_1).
- 588. Panizzi A.R., McPherson J.E., Jarnes D.G., Javahery M. & McPherson R.M., 2000.** Stink bugs (pentatomidae). *In*: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (Eds.), *Heteroptera of economic importance*. CRC Press, Boca Raton, Pp. 421-474.
- 589. Panov A.A., 2002.** Histological Structure of the Cibarial Pump and Cephalic Part of Stomodeum in Adults of *Asilomorpha* (Diptera): 5. Empididae and Dolichopodidae. *Zoologicheskiĭ zhurna*, 82(6):746-754.
- 590. Pape T., Blagoderov V. & Mostovski M.B., 2011.** Order Diptera Linnaeus, 1758. *In*: Zhang Z.Q. (Ed.). *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. *Zootaxa*, 3148: 222-229.
- 591. Papp M., 1990.** Oszi btizagenotlpusok vetésféhéritével (*Oulema melanopus* L.) és zablevéltetiivel (*Rhopalosiphum padi* L.) szembeni ellenállása. *NOvénytermelés*, 39: 11-22.
- 592. Papp M. & Esterházy A., 1993.** Resistance to bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in winter wheat varieties. *Euphytica*, 67: 49-57.
- 593. Pardo J., Tormos J. & Verdú M.J., 2001.** Description of *Chorebus denticurvatus* sp. nov. and the Exuviae of Its Final Larval Instar (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae). *The Florida Entomologist*, 84(4): 652-658.
- 594. Parker W.E. & Howard J.J., 2001.** The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the UK. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 85-98
- 595. Păuneț P., 2010.** Contributions to the study of biology, ecology and control of principal pests of cereal crops in the conditions of Vaslui County”. PhD (Dissertation) University of Applied life sciences and environment in Romania.
- 596. Peairs F.B., 1998.** Aphids in small grains. Colorado State Univesity, Extension, Insect Series/Crops, Fact Sheet: 5.568, 3 p.
- 597. Pedigo L.P. & Rice M.E., 2006.** *Entomology and Pest Management*, 5th edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall., 784 p.
- 598. Pelletier G. & Hébert C., 2014.** The Cantharidae of Eastern Canada and Northeastern United States. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 25: 1-246.

599. **Pérez-Hernández C.X., 2018.** Natural History and Ecology of Soldier Beetles (Coleoptera: Cantharidae) in the Mexican Tropical Dry Forests. *Environmental Entomology*, XX(X): 1-10. DOI: [10.1093/ee/nvy012](https://doi.org/10.1093/ee/nvy012).
600. **Perfecto I., Vandermeer J., Hanson P. & Cartin V., 1997.** Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 6(7):935-945. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1018359429106>.
601. **Perrier R., 1935.** La faune de la France. Tome IV: Hémiptères, Anoploures, Mallophages et Lépidoptères. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 243 p.
602. **Perrier R., 1961.** La faune de la France. Tome V: Les Coléoptères 2^{ème} Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 230 p.
603. **Perrier R., 1963.** La faune de la France. Tome VIII : Les Diptères. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 216 p.
604. **Perrier R., 1964.** La faune de la France- Tome VI: Les Coléoptères 1^{ère} Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 192 p.
605. **Peterson R.K.D. & Higley G.L., 2001.** Illuminating the Black Box: The relationship between injury and yield. *In*: Peterson R.K.D. & Higley G.L. (Eds.). *Biotic Stress and Yield Loss*, CRC Pres, USA, Pp.1145-1149.
606. **Petrova V., Čudare Z. & Cibulskis R., 2006.** Predators and herbivores beetles (COLEOPTERA) naturally occurring on strawberry (LATVIA). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 6(1-2): 155-159.
607. **Petrović O., 1996.** Aphids (Homoptera: Aphididae) on cereal crops. Review of Research Work at the Faculty of Agriculture (Belgrade), 41: 159-168.
608. **Pettersson J., Tjallingii WF. & Hardie J., 2007.** Host-plant selection and feeding. *In*: Aphids as crop pests, van Emden H.F. & Harrington R. (Eds.). CAB International, Wallingford, Pp. 87-113.
609. **Philips C.R., Herbert D.A., Kuhar T.P., Reisig D.D. & Roberts E.A., 2012.** Using degree-days to predict cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) egg and larval population peaks. *Environmental Entomology*, 41: 761-767.
610. **Philips C.R., Herbert D.A., Kuhar T.P., Reisig D.D., Thomason W.E. & Malone S., 2011.** Fifty years of cereal leaf beetle in the U.S.: an update on its biology, management, and current research. *Journal of Integrated Pest Management*, 2: 1-5.
611. **Pike K.S., Starý P., Miller T., Allison D., Graf G., Boydston L., Miller R. & Gillespie R., 1999.** Host range and habitats of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) in Washington state. *Environmental Entomology*, 28: 61-71.
612. **Pimentel D., 1997.** Pest management in agriculture. *In*: Pimentel D. (Ed.). *Techniques for Reducing Pesticide Use: Economic and Environmental Benefits*, Chichester, United Kingdom: Wiley, Pp. 1-11.
613. **Pizo M.A. & Oliveira P.S., 2000.** The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic forest of southeast Brazil. *Biotropica*, 32: 851-861.
614. **Plateaux-Quéner C., 1972.** La biologie des abeilles primitives. Ed. Masson et Cie, Paris, 197 p.

615. Politiko P.M., Parigina M.N., Volpe A.A & Prokopenko A.A., 2008. Protection of winter cereals in the autumn. Plant Protection & Plant Quarantine, Moscow, 8: 20-22.
616. Popov C., Raranciuc S. & Cană L., 2007. Measures to prevent and control the diseases and pests in wheat, rye and triticale recommended in autumn of 2007. Probleme de Protecția Plantelor, Bucharest, 35(2): 33-40.
617. Portevin G., 1924. Ce qu'il faut savoir des insectes. Volume III. Orthoptères; Hyménoptères; Diptères et insectes inférieurs. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 260 p.
618. Powell J.A., 2009. Coleoptera. *In*: Resh V.H. & Cardé R.T. (Eds.). Encyclopedia of Insects, Academic Press, New York, NY, USA, 2nd Edition, 199 p.
619. Powell G., Hardie J. & Pickett J.A., 1995. Response of *Myzus persicae* to the repellent polygodial in choice and no-choice video assays with young and mature leaf tissue. Entomologia Experimentalis et Applicata, 74: 91-94.
620. Powell W., Walton M.P. & Jervis M.A., 1996. Populations and communities. *In*: Jervis M.A. & Kidd N. (Eds.). Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation. Ed. Chapman et Hall. London, New York, Pp. 223-374.
621. Price P.W., 1987. Pathogen-induced cycling of outbreak insect populations. *In*: Barbosa P. & Schultz J.C. (Eds.). Insect Outbreaks. Academic Press, San Diego and London, Pp. 269-285.
622. Price P.W., Bouton C.E., Gross P., McPherson B.A., Thompson J.N. & Weis A.E., 1980. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annual Review of Ecology and Systematics, 11: 41-65.
623. Principi M.M. & Canard M., 1984. Feeding habits. *In*: Canard M., Semeria Y. & New T.R. (Eds.). Biology of Chrysopidae, Junk, The Hague, Pp. 57-75.
624. Prokopy R.J. & Owens E.D., 1983. Visual detections of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology, 28: 337-364.
625. Purtauf T., Roschewitz I., Dauber J., Thies C., Tscharncke T. & Wolters V., 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. Agriculture, Ecosystems and Environment, 108: 165-174.
626. Querino R.B., Zucchi R. & Pinto J.D., 2010. Systematics of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a Focus on the Genera Attacking Lepidoptera *In*: Cónsoli F.L., Parra J.R.P. & Zucchi R.A. (Eds.). Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*, Pp.191-218.
627. Quicke D.L.J., 1997. Parasitic wasps. Chapman & Hall, London, 470 p.
628. Quisenberry S.S. & Schotzko D.J., 1994. Russian wheat Aphid (Homoptera: Aphididae) Population Development and plant damage on resistant and susceptible wheat. Journal of Economic Entomology, 87(6): 1761-1768. <https://doi.org/10.1093/jee/87.6.1761>.
629. Rakhshani E., Starý P. & Tomanović Ž., 2013. Tritrophic associations and taxonomic notes on *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae), a keystone aphid parasitoid in Iran. Archives of Biological Sciences, 65(2): 667-680.

630. Rakhshani E., Talebi. A. A., Manzari. S., Tomanović Ž., Starý P. & Rezwani A., 2007. Preliminary taxonomic study of the genus *Praon* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and its host associations in Iran. Journal of Entomological Society of Iran, 26(2): 19-34.
631. Rakhshani E., Talebi A.A., Starý P., Tomanović E., Kavallieratos N.G. & Manzari S., 2008. A review of *Aphidius* Nees (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Iran: host associations, distribution and taxonomic. Notes. Zootax, 1767: 37-54. DOI: [10.5281/zenodo.182039](https://doi.org/10.5281/zenodo.182039).
632. Ramade F., 2003. Elément d'écologie écologique fondamentale. 3^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 690 p.
633. Rasnitsyn A.P. & Quicke D.L.J., 2002. History of insects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 517 p.
634. Rasplus J.Y., Villemant C., Delvare G., Paiva M.R. & Roques R., 2010. Hymenoptera Chapter 12. Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment (BioRisk), 4(2): 669-776.
635. Rasplus J.Y. & Roques A., 2010. Dictyoptera (Blattodea, Isoptera), Orthoptera, Phasmatodea and Dermaptera. Chapter 13.3. Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment (BioRisk), 4(2): 807-831. DOI: [10.3897/biorisk.4.68](https://doi.org/10.3897/biorisk.4.68).
636. Raspudić E., Ivezić M., Brmež M. & Trdan S., 2009. Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. Acta agriculturae Slovenica, 93(3), 275-283.
637. Rastoin J.L. & Benabderrazik E., 2014. Chapitre1 Algérie: Céréales et oléo protéagineux au Maghreb Pour un Co-développement de filières territorialisées. Ed. IPAMED, Institut de Proctectivite Economique du Monde Méditerranéen, 32 p.
638. Ratnadass A., 2007. Caractérisation et gestion des interactions trophiques plantes-insectes pour une production intégrée des céréales tropicales ». 'Habilitation à Diriger des Recherches. INSA de Lyon- Université Claude Bernard Lyon 1, France, 107 p.
639. Ratnadass A., Fernandes P., Avelino J. & Habib R., 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. Agronomy for Sustainable Development, 32: 273-303.
640. Raven P.H., Yeates D.K., 2007. Australian biodiversity: threats for the present, opportunities for the future. Australian Journal of Entomology, 46:177-187.
641. Read D.P., Feeny P.P. & Root R.B., 1970. Habitat selection by the aphid parasite *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) and hyperparasite *Charips brassicae* (Hymenoptera: Cynipidae). The Canadian Entomologist, 102: 1567-1578.
642. Regnault-Royer C., 2002. De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. *In*: Regnault-Royer C., Philogène B.J.R. & Vincent Ch. (Eds.). Biopesticides d'origine végétale. Ed. Lavoisier (Tech. et Doc.), Paris, Pp. 19-39.
643. Régnière J., Powell J., Bentz B. & Nealis V., 2012. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modelling. Journal of Insect Physiology, 58(5): 634-647.
644. Rehman A. & Powell W., 2010. Host selection behaviour of aphid parasitoids (Aphidiidae: Hymenoptera). Journal of Plant Breeding and Crop Science, 2: 299-311.

645. Reimer N.J., Cope M.L. & Yasuda G., 1993. Interference of *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of *Coccus viridis* (Homoptera: Coccidae) in coffee. *Environmental Entomology*, 22: 483-488.
646. Remaudière G. & Remaudière M., 1997. Catalogue des Aphididae du monde. Ed. INRA, Paris, 473 p.
647. Remaudière G. & Seco Fernandez V., 1990. Clés pour aider à la reconnaissance des ailés de pucerons piégés en région Méditerranéenne (Homoptera : Aphidoidea). Volume 1. Ed. Inst. Pasteur, Paris et univ. de Lion, Espana, 205 p.
648. Remaudière G., Autrique A., Aymonin G., Eastop V.F., Kafurera J., Stary P. & Dedonder R., 1985. Contribution à l'étude des aphides Africains. Ed. FAO, Rome, 214 p.
649. Reynaud P.H., 2010. Thrips (Thysanoptera) Chapter 13.1. Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment (BioRisk), 4(2): 767-791.
650. Riba G. & Silvy Ch., 1989. Combattre les ravageurs des cultures. Enjeux et perspectives. Ed. INRA, Paris, 230 p.
651. Riddick E.W., Wu Z. & Rojas M.G., 2014. Is *Tetranychus urticae* suitable prey for development and reproduction of naïve *Coleomegilla maculata*? *Insect Science*, 21: 83-92.
652. Robert Y., 1982. Fluctuations dynamiques des populations des pucerons. Journées d'étude et d'information sur les pucerons des cultures, 2,3 et 4 mars 1981, Paris, Pp. 21-35.
653. Robert Y., 1987. Aphids and their environment. *In*: Minks A.K. & Harrewijn P. (Eds.). *Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol 2, Elsevier, Amsterdam, Pp. 299-313.
654. Roberts J.J. & Foster J.E., 1983. Effect of leaf pubescence in wheat on the bird cherry oat aphid (Homoptera: Aphidae). *Journal of Economic Entomology*, 76:1320-1322.
655. Robin M.H., 2014. Analyse et modélisation des effets des pratiques culturales et de la situation de production sur les dégâts causent par les bioagresseurs des cultures. Application au blé d'hiver. Thèse Doctorat. Université De Toulouse, 251 p.
656. Rodwell L.A., Day J.J., Foster CW. & Holloway G.J., 2018. Daily survival and dispersal of adult *Rhagozycha fulva* (Coleoptera: Cantharidae) in a wooded agricultural landscape. *European Journal of Entomology*, 115: 432-436. DOI: [10.14411/eje.2018.043](https://doi.org/10.14411/eje.2018.043).
657. Rognes K., 1991. Blow flies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. *Scandinavian Science Press*, Leiden, 272 p.
658. Rosenberg D.M., Danks H.V. & Lehmkuhl D.M., 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*, 10(6): 773-783. DOI: [10.1007/BF01867730](https://doi.org/10.1007/BF01867730).
659. Rosenheim J.A., Wilhoit L.R., Goodell P.B., Grafton-Cardwell E.E. & Leigh T.F., 1997. Plant compensation, natural biological control, and herbivory by *Aphis gossypii* on prereproductive cotton: the anatomy of a non-pest. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85:45-63.
660. Ross E.S., 1991. Embioptera -Embiidina (Embiids, web-spinners, foot-spinners). *In*: Naumann I.D., Carne P.B., Lawrence J.F., Nielsen E.S., Spradbery J.P., Taylor R.W., Whitten M.L. & Littlejohn M.J. (Eds.). *The Insects of Australia*, Chapter 26, Melbourne University Press, Melbourne. Pp. 405-409.

661. **Ross E.S., 2000.** *EMBLIA*: Contributions to the biosystematics of the insect order Embiidina. Part 2: A review of the biology of Embiidina. Occasional Papers of the California Academy of Sciences, 149: 1-36.
662. **Rossing W.A.H., Daaman R.A. & Jansen M.J.W., 1994.** Uncertainty analysis applied to supervised control of aphids and brown rust in winter wheat. Part2. Relative importance of different compound of uncertainty. Agricultural System, 44(4): 449-460. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(94\)90197-N](https://doi.org/10.1016/0308-521X(94)90197-N).
663. **Roth M., 1972.** Initiation à la systématique des insectes. L'office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer, 171 p.
664. **Rouag N., Mekhlouf A. & Makhlouf M., 2014.** Evaluation de l'infestation par les Criocères des céréales (*Oulema spp.*) sur six de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi arides de Sétif, Algérie. Revue des Régions Arides, 35 : 1773-1779.
665. **Rustamani M.A., Kanehisa K., Tsumuki H. & Shiraga T., 1992.** Additional observations onaphid densities and gramine contents in barley lines. Applied Entomology and Zoology, 27: 151-153
666. **Saharaoui L., 1994.** Inventaire et étude de quelques aspects bio-écologiques des coccinelles entomophages (Coleoptera: Coccinellidae) dans l'Algérie. ACTA, Journées d'étude et d'information du 4 à 5 mai 1994, Paris, Pp. 18-35.
667. **Saharaoui L. & Gourreau J.M., 1998.** Les coccinelles d'Algérie : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera: Coccinellidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 3(103): 213-224.
668. **Saharaoui L. & Gourreau J.M., 2000.** Les coccinelles d'Algérie: inventaire et Régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). Recherche Agronomique (INRAA), 6: 11-27.
669. **Saharaoui L. & Hemptinne J.L. 2009.** Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie. Bulletin de la Société entomologique de France, 45: 245-259.
670. **Saharaoui L., Gourreau J.M., & Iperti G., 2001.** Étude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'algérie (Coleoptera. Coccinellidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 126 (4): 351-373.
671. **Saharaoui L., Hemptinne J.L. & Magro A., 2014.** Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. Entomologie Faunistique, 67: 147-164.
672. **Saharaoui L., Hemptinne J.L. & Magro A., 2015.** Partage des ressources trophiques chez les coccinelles. Bulletin de la Société entomologique de France, 140(1): 5-23
673. **Saheed S.A., Botha C.E.J., Liu L. & Jonsson L., 2007.** Comparison of structural damage caused by Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*) and bird cherry-oat (*Rhopalosiphum padi*) in a susceptible barley cultivar Physiologia Plantarum, 129: 429-435.
674. **Saint-pierre C.A. & Comeau A., 1989.** Déploiement mondial de la résistance génétique des céréales au virus de la jaunisse nanisante de l'orge. Plantes vivrières tropicales. Ed. AUPELF-UREE. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 107-117.

675. Salem M.M., Hosny M.T., Azab S.A. & El-Zouk A., 2017. Taxonomic Revision of Family Malachiidae (Coleoptera) in Egypt - Genera: *Attalus*, *Attalusinus*, *Brachyattalus*, *Callotroglops*, *Cephalonicus*, *Clanoptilus*, *Ebaeus* and *Hypebaeina*. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 10(1): 77- 89.
676. Samways M.J., 1994. Insect Conservation Biology. Ed. FB Goldsmith, First Ed., Chapman and Hall, London, 193 p.
677. Sanaey N. & Mirak T.N., 2012. Wheat Resistance to the Adult Insect of Sunn Pest, *Eurygaster integriceps* (Put.). American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 7(1): 56-60.
678. Sanchez A.M., Azcárate F.M., Arqueros L. & Peco B., 2002. Volume y dimensiones como predictores del peso de semilla de especies herbiceas del Centro de la peninsula Iberica. Anales de Jardin Botdnico de Madrid, 59: 249-262.
679. Saouache Y., Doumandji S.D. & Ouchtati N., 2014. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in two agricultural landscapes in North-Eastern Algeria. Ecologia Méditerranaea, 40(2): 5-16.
680. Sarthou J.P., 1996. Contribution à l'étude systématique, biogéographique et agro économique des Syrphidae (Insecta : Diptera) du Sud-ouest de la France Toulouse. Thèse Doctorat. Institut National Polytechnique Toulouse, 251 p.
681. Sarwar M. & Sattar M., 2013. Varietals Variability of Winter Rapes (*Brassica napus* L.) for Their Susceptibility to GreenAphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Pakistan Journal of Zoology, 45(4):883-888.
682. Sauge M.H., 1999. Analyse des mécanismes de la résistance du pêcher (*Prunus Persica* Batch) au puceron vert *Myzus persicae* (Sulzer). Thèse Doctoral, Biologie Animale, Univ. Pierrs et Marie curie, Paris, 188 p.
683. Saulich A.Kh. & Musolin D.L., 2007. Times of Year. The Diversity of Seasonal Adaptations and Ecological Mechanisms Controlling Seasonal Development of Heteroptera in Temperate Climate. Trudy Biol. Nauchno-Issled. Inst. SPbGU, 53: 25-106.
684. Sauphanor B., Chabrol L., Faivre d'Arcier F., Sureau F. & Lenfant C., 1993. Side effects of diflubenzuron on a pear psylla predator: *Forficula auricularia*. Entomophaga, 38: 163-174.
685. Savard M., 1991. Approches et techniques de base pour échantillonner des insectes. Bulletin de l'entomofaune 10: 5-8.
686. Sawyer A.J. & Haynes D.L., 1985. Simulating the spatiotemporal dynamics of the cereal leaf beetle in a regional crop system. Ecological Modelling, 30: 83-104.
687. Sayoud R., Ezzahiri B. & Bouznad Z., 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au maghreb, guide pratique. Projet maghrébin sur la surveillance des maladies et le développement de germoplasme résistant des céréales et des légumineuses alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie-Tunisie. Ed. Trames, Algérie. 64 p.

688. Schelt J.V., Hoogerbrugge H., Becker N., Messelink G. & Bolckmans K., 2011. Comparing *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* on *Myzus persicae* ssp. *nicotianae* in sweet pepper. Integrated Control In Protected Crops, Temperate Climate (IOBC/wprs Bulletin), 68: 169-172.
689. Schultz T.R. & McGlynn T.P., 2000. The interactions of ants with other organisms. *In*: Agosti D., Majer J.D., Alonso L. & Schultz T. (Eds.). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian institution, Washington, Pp. 35-44.
690. Schmidt M.H., Thewes U., Thies C. & Tschardt T., 2004. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113: 87-93.
691. Schmidt M.H., Roschewitz I., Thiès C. & Tschardt T., 2005. Differential effects of landscape and management on diversity of grounddwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology*, 42: 281-287. DOI: [10.1111/j.1365-2664.2005.01014.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01014.x).
692. Schmidt M.H., Lauer A., Purtauf T., Thies C., Schaefer M. & Tschardt T., 2003. Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270: 1905-1909.
693. Schneider F., 1953. *Syrphus nigratarsus* Zett. Ein Ei-und Larve nrauber von *Melasoma* (Chrysomelidae: Coleoptera). *Tijdschrift over Plantenziekten*, 59: 192-194.
694. Schonrogge K., Wardlaw J.C., Thomas J.A. & Elmes G.W., 2000. Polymorphie growth rates in myrmecophilous insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267: 771-777.
695. Schoonhoven L.M, Jermy T. & Van Loon J.J.A., 1998. *Insect-plant biology: from Physiology to Evolution*. Ed. Chapman and Hall, London, 409 p.
696. Schoonhoven L.M., Van Loon J.J.A. & Dicke M., 2006. *Insect-plant biology*, 2nd edition. Oxford University press, New York, 440 p.
697. Schotzko D.J. & Bosque-Perez N.A., 2000. Seasonal dynamics of cereal aphids on Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) susceptible and resistant wheats. *Journal of Economic Entomology*, 93: 975-981.
698. Schuh D.R.T. & Slater J.A. (1995). *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History*. Ed. Cornell University, 286 p.
699. Schulten, G.G.M., 2007. Order Hymenoptera, Family Scoliidae. *Arthropod fauna of the UAE*, 1: 388-392.
700. Schulthess F. & Setamou F., 1999. *Canavalia ensiformis* et *Mucuna pruriens* plantes-hôtes intermédiaires du ravageur du maïs *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Lepidoptera: Pyralidae). *CIEPCA Newsletter* 4: 2.
701. Schumann F.W. & Todd J.W., 1982. Population dynamics of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in relation to soybean phenology. *Journal of Economic Entomology*, 75:748-53.
702. Scudder G.G.E. & Cannings R.A., 2006. *The Diptera Families of British Columbia*, 158 p.
703. Sebastião D., Borges I. & Soares A.O., 2015. Effect of temperature and prey in the biology of *Scymnus subvillosus*. *BioControl*, 60: 241-249.

704. **Şen I. & GöK A., 2009.** Leaf beetle communities (Coleoptera: Chrysomelidae) of two mixed forest ecosystems dominated by pine-oak-hawthorn in Isparta province, Turkey. *Annales Zoologici Fennici*, 46: 217-232.
705. **Shah A.K., Farmanullah N., Hussain A.U.R., Saljoqi Y.H. & Sattar S., 2006.** Distribution pattern of the cereals aphids in the wheat growing areas of the province Khyber Pukhtunkhwa of Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*, 22: 655-959.
706. **Shamshev I. & Grootaet P., 2005.** The genus *Tachydromia* MEIGEN (Diptera: Hybotidae) from South East Asia, with the description of three new species. *Studia Dipterologica*, 12(1): 109-117.
707. **Shanower T. & Hoelmer K.A., 2004.** Biologie control of wheat stem sawflies: past and future. *Journal of agricultural and urban entomology*, 21(4): 197-221.
708. **Sharkey M., 2007.** Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa*, 1668: 521-548.
709. **Sharma H.C., Sharma K.K., Seetharama N. & Ortiz R., 2000.** Prospects for using transgenic resistance to insects in crop improvement. *Electronic Journal of Biotechnology*, 3(2): 76-95.
710. **Siemann E., 1998.** Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. *Ecology*, 79: 2057-2070.
711. **Silva D.B., Bueno V.H.P., Lins JR J.C., Sidney L.A. & Carvalho A.R., 2009.** Quality of the aphid *Aulacorthum solani* for the parasitoid *Praon volucre*. *Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate*, (IOBC/WPRS Bull.), 49: 267-271.
712. **Silva R.B., Cruz I., Figueiredo M.L.C., Pereira A.G. & Penteado-Dias A.M., 2012.** Occurrence and biology of *Dinocampus coccinellae* (Schrank, 1802) (Hymenoptera; Braconidae: Euphorinae) parasitising different species of Coccinellidae (Coleoptera) in Neotropical region. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1):215-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842012000100027>.
713. **Simon J.C., Rispe C. & Sunnucks P., 2002.** Ecology and evolution of sex in aphids. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(1):34-39.
714. **Sinclair B.J. & Cumming J.M., 2006.** The morphology, higher-level phylogeny and classification of the Empidoidea (Diptera). *Zootaxa*, 1180: 1-172.
715. **Skevington J. H. & Dang P.T., 2002.** Exploring the diversity of flies (Diptera). *Biodiversity*, 3(4): 3-27.
716. **Skuhrava M., 2006.** Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in the main biogeographical regions of the world. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 69: 327-372.
717. **Smith H.C. & Allen J.D., 1962.** Control of yellow dwarf virus in wheat. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 105: 502-503.
718. **Smith A.A. & Chaney W.E., 2007.** A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the central coast of California. *Journal of Economic Entomology*, 100(1): 39-48.
719. **Solangi B.K., Lanjar A.G. & Lohar M.K., 2007.** Comparative toxicity of some insecticides on 4th instar grub of *Coccinella septempunctata* L. under laboratory conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23:1091-1096.

720. **Söresson M., 1997.** Morphological and taxonomical novelties in the world's smallest beetles, and the first Old World record of Nanosellini (Coleoptera: Ptiliidae). *Systematic entomology*, 22: 257-283.
721. **Spencer K.A., 1990.** Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica*, Springer Netherlands 45:444. DOI : 10.1007/978-94-009-1874-0.
722. **Ssymank A., Kearns C.A., Pape T. & Thompson F.C., 2008.** Pollinating flies (Diptera): a major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity*, 9: 86-89.
723. **Stadler B., Kindlmann P., Smilauer P. & Fiedler K., 2003.** A comparative analysis of morphological and ecological characters of European aphids and lycaenids in relation to ant attendance. *Oecologia*, 135: 422-430.
724. **Starý P., 1970.** Biology of Aphid Parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to Integrated control. The Hague: Junk, Series entomologica, 6: 643 p.
725. **Starý P., 1979.** Aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) of the central Asian aerea. Dr.w. Junk, B.V., Pulli: The Hague, Boston, London, Prague, 114 p.
726. **Starý P., 1988.** Aphidiidae. *In*: Minks A.K. & Harrewijn P. (Eds.). *Aphids: their biology, natural enemies and control*. Vol. 2, B. Elsevier, Amsterdam, Pp. 171-184.
727. **Starý, P., 1999.** Parasitoids and biocontrol of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdj.) Expanding in Central. Europe. *Journal of Applied Entomology*, 123: 273-279.
728. **Starý P., Sampaio M.V. & Bueno V.H.P., 2007.** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51: 107-118.
729. **Steffey K. & Gray M., 2012.** Managing Insect Pests. Illinois Agronomy Handbook, Pp. 179-196. <http://extension.cropsci.illinois.edu/handbook>.
730. **Steiner K. E., 1998.** Beetle pollination of peacock moreas (Iridaceae) in South Africa. *Plant Systematics and Evolution*, 209(1-2): 47-65.
731. **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bulletin Institut National Agronomique*, El-Harrache, Alger: 24-25.
732. **Stilmant D., Van Bellinghen C., Hance T. & Boivin G., 2008.** Host specialization in habitat specialists and generalists. *Oecologia*, 156: 905-912.
733. **Stireman J.O., O'Hara J.E. & Wood D.M., 2006.** Tachinidae: evolution, behavior, and ecology. *Annual Review of Entomology*, 51: 525-555.
734. **Stork NE. & Gaston K.J., 1990.** Counting species one by one. *New Scientist*, 127: 31-35.
735. **Strong D.R., Lawton J.H. & Southwood T.R.E., 1984.** *Insects on plants: Community Patterns and Mechanisms*, London, Blackwell Scientific Publications, 313 p.
736. **Stubbs A.E. & Falk S.J., 1983.** *British hoverflies. An illustrated identification guide*. London British Entomological & Natural History Society, 246 p.
737. **Suhail A., Iqbal J., Arshad M., Gogi M.D., Arif M.J. & Shafait T., 2013.** Comparative efficacy of insecticides as seed treatment against wheat aphid and its coccinellid predator. *Pakistan Entomological*, 35(1): 17-22.

738. **Sutherst R.W., 2000.** Climate change and invasive species - a conceptual framework. *In:* Mooney H.A. & Hobbs R.J. (Eds.). *Invasive Species in a Changing World*. Island Press, Washington, DC, Pp. 211-240.
739. **Szafraniec S., Szafraniec P. & Mazur M., 2010.** *Malachius scutellaris* Erichson, 1840 and some other interesting species of Melyridae (Coleoptera: Cleroidea) from the Western Beskidy Mts. Opole Scientific Society, *Nature Journal*, 43: 95-100.
740. **Sze W.T., Pape T. & O'Toole D.K., 2008.** The first blow fly parasitoid takes a head start in its termite host (Diptera: Calliphoridae, Bengaliinae; Isoptera: Macrotermitidae). *Systematics and Biodiversity*, 6: 25-30.
741. **Szövényi G., 2002.** Qualification of grassland habitats based on their Orthoptera assemblages in the Köszeg Mountains (W-Hungary). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104: 159-163.
742. **Taheri S., Razmjou J. & Rastegari N., 2010.** Fecundity and development rate of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) on six wheat cultivars. *Plant Protection Science*, 46: 72-78.
743. **Talat P.I., Shahnaz A.R., Hammad A.K. & Khalil R., 2010.** Diversity of insect fauna in cro plands of district Faisalabad. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 47(3): 245-250. <http://www.pakjas.com.pk>.
744. **Taratorina G.F., 1984.** Methods of soil cultivation and the insect fauna of cereal crops. *Zashchita Rastenibreve*, 9: 43.
745. **Tatchell G. M., 1989.** An estimate of the potential economic losses to some crops due to aphids in Britain. *Crop Protection*, 8: 25-29.
746. **Teetes G.L., Becerra M.I. & Peterson G.C., 1986.** Sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) management with resistant sorghum and insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 79: 1091-1095.
747. **Terborgh J.L. 2001.** Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, 294: 1923-1926.
748. **Thomas A.B.G., 1980.** Diptères torrenticoles peu connus : IV. Les Athericidae (Ecologie et Biologie) du Sud de la France (Brachycera, Orthorrhapha). *Annales de Limnologie*, 16(3): 225-231.
749. **Thomazini M.J. & Thomazini A.P.B.W., 2000.** A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 57: 1-21 p.
750. **Thompson F.C. & Rotheray G.E., 1998.** Family Syrphidae. *In:* Papp L. & Darvas B. (Eds.). *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera. Volume 3. General and Applied Dipterology*. Science Herald, Budapest. Pp. 81-139.
751. **Tillman D. & Downing J., 1994.** Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, 367: 363-365.
752. **Tilman D., Knops J. & Wedin D., 1997.** The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Sciences*, 277: 1300-1302.
753. **Tomanović Z., Kavallieratos N.G., Starý P., Petrović-Obradović O., Athanassiou C.G. & Stanislavljević L.Z., 2008.** Cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia: Seasonal dynamics and

- natural enemies. European Journal of Entomology, 105: 495-501.
<http://www.eje.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=1357>.
- 754. Tomanović Z., Kavallieratos N.G., Starý P., Anhanassiou C.G., Zikic V., Petrović-Obradović O. & Sarlis G. P., 2003.** Aphidius Nees Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: tritrophic associations and key. Acta Entomologica Serbica, 8(1/2): 15-39.
- 755. Tommasini M.G. & Maini S., 1995.** *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. Wageningen Agricultural University Papers, 95(1): 1-42.
- 756. Townsend C. R., Begon M. & Harper J.L., 2008.** Essentials of ecology 3rd edition. Blackwell publishing. 219p.
- 757. Traugott M., 2006.** Habitat use and activity patterns of larval and adult *Cantharis* beetles in arable land. European Journal of Soil Biology, 42: 82-88.
- 758. Traugott M., Pàzmàndi C.H., Kaufmann R. & Juen A., 2007.** Evaluating 15N/14N and 13C/12C isotope ratio analysis to investigate trophic relationships of elaterid larvae (Coleoptera: Elateridae). Soil Biology & Biochemistry, 39: 1023-1030.
- 759. Trdan S., Andjus L., Raspudić E. & Kać M., 2005.** Distribution of *Aeolothrips intermedius* Bagnall (Thysanoptera: Aeolothripidae) and its potential prey Thysanoptera species on different cultivated host plants. Journal of Pest Science, 78: 217-226. DOI: [10.1007/s10340-005-0096-3](https://doi.org/10.1007/s10340-005-0096-3).
- 760. Triplehorn C.A. & Johnson N.F., 2005.** Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th edition. Belmont, California, USA: Thomson Brooks, 888 p.
- 761. Trottet M. & Doussinault G., 2002.** Analyse du progrès génétique chez le blé tendre au cours du XXème siècle. Le Sélectionneur Français, 53: 3-13.
- 762. Tscharntke T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I. & Thies C., 2005.** Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity -ecosystem service management. Ecology Letters, 8: 857-874.
- 763. Tunç Đ., 1992.** Studies on the Thysanoptera of Antalya V. Phlaeothripidae, Uzel with an overall account. Turkish Journal of Entomology, 16(3): 135-146.
- 764. Tunç Đ. & Zur Strassen R., 1984.** Thysanoptera of Ankara Province. Ankara University, Agricultural Faculty Publications (Ankara) 919: 37 p.
- 765. Turina M., Tavella L. & Ciuffo M., 2012.** Tospoviruses in the Mediterranean Area. Advances in Virus Research, 84:403-437. DOI: [10.1016/B978-0-12-394314-9.00012-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394314-9.00012-9).
- 766. Turlings T.C.J & Benrey B., 1998.** Effects of plant metabolites on the behaviour and development of parasitic wasp. Ecoscience, 5(3): 3241-3333.
- 767. Ujagir R. & Oonagh M.B., 2009.** Insect Pests and their Management. *In*: Erskine W., Muehlbauer F.J., Sarker A. & Sharma B., The Lentil: Botany, Production and Uses, Chapter: Insect pests and their management, Publisher: CABI, Pp. 282-305.
- 768. Ulrich W., 1999 a.** The Hymenoptera of a dry meadow on limestone I: Species composition abundance and biomass. Polish Journal of Ecology, 47(1): 29-47.

769. Ulrich W., 1999 b. The number of species of Hymenoptera in Europe and assessment of the total number of Hymenoptera in the world. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 68: 151-164.
770. Ulrich W., Czarnecki A. & Kruszynski T., 2004. Occurrence of pest species of the genus *Oulema* (Coleoptera: Chrysomelidae) in cereal fields in Northern Poland. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 7:18.
771. Ungerová D., Kalushkov P. & Nedvěd O., 2010. Suitability of diverse prey species for development of *Harmonia axyridis* and the effect of container size. *International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (OIBC/OILB), West Palaearctic Regional Section (WPRS/SROP)*, 58:165-174.
772. Vaillant F. & Gagneur J., 1998. The Diptera Empididae Hemerodromiinae from western Algeria and the Middle Atlas of Morocco. *Annales de la Société Entomologique*, 34: 365-384.
773. Vaissière B., 2002. Abeilles et pollinisation. *Le courrier de la Nature (Spécial Abeilles)*, 196: 24-27.
774. Valiulus D., 1986. Russian Wheat Aphid: A new pest that may be here to stay. *Agrochemical Age*, 30: 10-11.
775. Van Emden H.F., 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientia Horticulturae*, 17:121-136.
776. Vandenberg, J.D., 1996. Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 89(6):1418-1423.
777. Vandenberg N.J., 2002. Coccinellidae Latreille 1807. *In*: Arnett R.H., Thomas M.C., Skelley P.E. & Frank J.H. (Eds.). *American beetles (Vol. 2): Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton, USA. Pp. 371-389.
778. Varshney R.K., Balyan H.S. & Langridge P., 2006. Genome mapping and molecular breeding in plants. *Cereals and Millets*, 1(2) : 79-134.
779. Venturi F., 1942. *Lema melanopa* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Redia*, 28:11-88.
780. Villemant C., Haxaire J. & Streito J.C., 2006. Premier bilan de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera : Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 111: 535-538.
781. Visser J.H., 1986. Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 31: 121-144.
782. Vollhardt I.M.G., Tschardt T., Wäckers F.L., Bianchi F.J.J.A. & Thiès C., 2008. Diversity of cereal aphid parasitoids in simple and complex landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126: 289-292. DOI:[10.1016/j.agee.2008.01.024](https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.01.024).
783. Vos M., Verschoor A.M., Kooi B.W., Wackers F.L., DeAngelis D.L. & Mooij W.M., 2004. Inducible defences and trophic structure. *Ecology*, 85: 2783- 2794.
784. Wagner R., Barták M., Borkent A., Courtney G., Goddeeris B., Haenni J.P., Knutson L., Pont A., Rotheray GR., Rozkošný R., Sinclair B., Woodley N., Zatwarnicki T. & Zwick P., 2008.

- Global diversity of dipteran families (Insecta: Diptera) in freshwater (excluding Simuliidae, Culicidae, Chironomidae, Tipulidae and Tabanidae). *Hydrobiologia*, 595:489-519.
- 785. Wahl D.B. & Sharkey M., 1993.** Chapter 10: Superfamily Ichneumonoidea. *In*: Goulet H. & Huber J. T. (Eds.). *Hymenoptera of the World: an Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa, Canada, 358-509.
- 786. Walters K. F.A. & Dewar A.M., 1986.** Overwintering strategy and the timing of the spring migration of the cereal aphids *Sitobion avenae* and *Sitobion fragariae*. *Journal of Applied Ecology*, 23: 905-915.
- 787. Wang L., Hui G., Sandhu H.S., Li Z. & Zhao Z., 2015.** Population dynamics and associated factors of cereal aphids and armyworms under global change. *Scientific Reports*, 5(18801): 1-8. DOI: [10.1038/srep18801](https://doi.org/10.1038/srep18801).
- 788. Wang G., Cui L., Dong J., Francis F., Liu Y. & Tooker J., 2011.** Combining intercropping with semiochemical releases: optimization of alternative control of *Sitobion avenae* in wheat crops in China. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 140: 189-195.
- 789. Wangai A.W., Plumb R.T. & Emden H.E., 2000.** The effect of sowing date and insecticides on cereal aphid population and barley yellow dwarf virus on barley in Kenya. *Journal of Phytopathology*, 148(1): 33-37. DOI:[10.1046/j.1439-0434.2000.00406.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00406.x).
- 790. Wanjama J.K., 1979.** Review of wheat aphid as a pest of cereals in the Rift Valley Province. *Kenya Entomologists Newsletter*, 9: 2-3.
- 791. Wanjama J.K., 1990.** Ecology of cereal aphids transmitting barley yellow dwarf virus in Kenya. *In*: Burnet P.A. (Ed.). *World Perspectives on Barley Yellow Dwarf Virus*. Mexico CIMMYT, DF, 240-243.
- 792. Ward S.A., Leather S.R., Pickup J. & Harrington R., 1998.** Mortality during dispersal and the cost of host-specificity in parasites: how many aphids find hosts? *Journal of Animal Ecology*, 67(5): 763-773.
- 793. Way M.J., Cammell M.E., Paiva M.R. & Colligwood C.A., 1997.** Distribution and dynamics of the argentine ant *Linepithema (Irydomirmex) humile* (Mayr) in relation to vegetation, soil conditions, topography and native competitor ants in Portugal. *Insectes Sociaux*, 44: 415-433.
- 794. Webster B., 2012.** The role of olfaction in aphid host location. *Physiological Entomology*, 37: 10-18.
- 795. Wei X., Xu X. & DeLoach C.J., 1995.** Biological control of the white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) by larvae of *Promachus yesonicus* (Diptera: Asilidae) in China. *Biological Control*, 5: 290-296.
- 796. Weibuli J., 1994.** Glutamic acid content of phloem sap is not a good predictor of plant resistance to *Rhopalosiphum padi*. *Phytochemistry*, 35: 601-602.
- 797. Weirauch C. & Schuh R.T., 2011.** Systematics and evolution of Heteroptera: 25 years of progress. *Annual Review of Entomology*, 56: 487-510. DOI: [10.1146/annurev-ento-120709-144833](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120709-144833).
- 798. Wellso S.G., Ruesink W.G & Gage S.H., 1975.** Cereal leaf beetle: relationships between feeding, oviposition, mating and age. *Annals of the Entomological Society of America*, 68: 663-668.

- 799. Wenninger E.J. & Inouye R.S., 2008.** Insect community response to plant diversity and productivity in a sagebrush–steppe ecosystem. *Journal of Arid Environments*, 72(1): 24-33.
- 800. Westerman P.R., Atanackovic V., Royo-Esnal A. & Torra J., 2012.** Differential weed seed removal in dryland cereals. *Arthropod-Plant Interactions*, 6: 591-599.
- 801. Wetzal T., 2004.** Integrierter Pflanzenschutz und Agroökosysteme. Steinbeis- Transferzentrum (STZ), 288 p.
- 802. Wheeler Q.D., 1990.** Insect diversity and cladistic constraints. *Annals of the Entomological Society of America*, 83(6): 1031-1047.
- 803. Wiese M.V., 1987.** Compendium of wheat diseases. 2^{ed} edition, The Disease compendium series of the America Phytopathological Society, 8: 122 p.
- 804. Wigglesworth V.B., 1948.** The insects as medium for the study of physiology. *Proceedings of the Royal Society of London*, 135: 430-446.
- 805. Wiktelius S. & Ekbohm B.S., 1985.** Aphids in spring sown cereals in central Sweden. Abundance and distribution 1980-1983. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 100: 8-16. DOI:[10.1111/j.1439-0418.1985.tb02749.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1985.tb02749.x).
- 806. Wilby A. & Shachak M., 2000.** Harvester ant response to spatial and temporal heterogeneity in seed availability: pattern in the process of granivory. *Oecologia*, 125: 495-503.
- 807. Williams I.S. & Dixon A.F.G., 2007.** Life cycles and polymorphism. *In:* van Emden H.F. & Harrington R. (Eds.). *Aphid as crop pests* CABI, Wallington. Pp. 69-85.
- 808. Williams I.S., Dewar A.M., Dixon A.F.G. & Thornhill W.A., 2000.** Alate production by aphids on sugar beet: how likely is the evolution of sugar beet- specific biotypes? *Journal of Applied Ecology*, 37: 40-51.
- 809. Wilson M.R. & Turner J., 2010.** Order Hemiptera key to families of Auchenorrhyncha from the Arabian Peninsula. *Arthropod fauna of the UAE*, 3: 113-125.
- 810. Wilson E.O., 1987.** The little things that run the world. *Conservation Biology*, 1: 344-346.
- 811. Wilson E.O., 1988.** The current state of biological diversity. *In:* Wilson E.O. & Peters F.M. (Eds.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC, Pp. 3-18.
- 812. Wilson M.C. & Shade R.E., 1966.** Survival and development of larvae of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), on various species of Gramineae. *Annals of the Entomological Society of America*, 59: 170-173.
- 813. Winkler I.S., Scheffer S.J. & Mitter C., 2009.** Molecular phylogeny and systematics of leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae): delimitation of *Phytomyza* Falle'n sensu lato and included species groups, with new insights on morphological and host-use evolution. *Systematic Entomology*, 34: 260-292.
- 814. Woin N. & Wetzal T., 1998.** Effects of tau-Fluvalinate on the population density of some ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) in rice fields. *Proceedings of 9th International of Pesticide Chemistry*, London, 2- 7 August 1998.

- 815. Woin N., Volkmar C. & Ghogomu T., 2006.** Numerical response of predatory ladybirds (Coccinellidae) to aphid outbreaks and their diversity in major rice ecosystems of Cameroon. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 39:189-196.
- 816. Wratten S., White A., Bowie M.H., Berry N. & Weigmann U., 1995.** Phenology and ecology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in New Zealand. Environmental Entomology, 24: 595-600. DOI : <https://doi.org/10.1093/ee/24.3.595>.
- 817. Yang D. & Gaima S.D., 2005.** Review of species of *Elaphropeza* Macquart (Diptera: Empididae: Tachydromiinae) from the Chinese mainland. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 107(1): 49-54.
- 818. Yang Q., Makarkin V.N., Winterton S.L., Khramov A.V. & Ren D., 2012.** A Remarkable New Family of Jurassic Insects (Neuroptera) with Primitive Wing Venation and Its Phylogenetic Position in Neuropterida. PloS One., 7(9): 1-38. www.plosone.org.
- 819. Yari Z., Cortés E., Peris-Felipo F.J. & Rakhshani E., 2016.** A faunistic survey on the genus *Chorebus* Haliday (Hymenoptera: Braconidae, Alysiinae, Dacnusiini) in Eastern Iran. Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 2(3): 355-366.
- 820. Yi Z., Jinchao F. & Dayuan X., 2012.** A comparison of terrestrial arthropod sampling methods. Journal of Resources and Ecology, 3: 174- 182.
- 821. Yin Z.W., Li L.Z., & Wu C., 2015.** New and little known species of *Zorotypus* Silvestri (Zoraptera: Zorotypidae) from China. Zootaxa, 4007(4): 557-566. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4007.4.6>.
- 822. Zare K.M., Biranvand A. & Shakarami J., 2013.** The faunistic survey of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in the Mehriz region Yazd province, Iran. Bulletin of the Iraq Natural History Museum, 12: 43-51.
- 823. Zawirska I. & Walkowski W., 2000.** Fauna and importance of thrips (Thysanoptera) for rye and winter wheat in Poland. Journal of Plant Protection Research, 40(1): 36-55.
- 824. Zeleny J., 1984.** Chrysopid occurrence in west paleartic temperate forests and derived biotopes. *In*: Canard M., Séméria Y. & New T.R. (Eds.), Biology of Chrysopidae. Junk the Hague, Pp.151-160.
- 825. Zhang X.C., Zhou G.H., Shi M., Fang J.Z., Zhao Z.P., Li S.H., Dong Q.Z. & Wei K., 1985.** The rules of long distance migration and virus transmission of wheat aphids. Journal of Plant Protection Research, 12(1): 9-16.
- 826. Zhekova E.D., 2016.** Entomological monitoring in ecological crop rotation. Banat's Journal of Biotechnology, VII (13): 77-81.
- 827. Zhichkina L.N. & Kaplin V.G., 2001.** The biology and ecology of and damage to plants by *Haplothrips tritici* Kurd. Thysanoptera in the forest-steppe of the middle Volga area. Entomologicheskoe Obozrenie, 80(4):830-842.
- 828. Zur Strassen R., 1995.** Bionomial data of some predacious thrips. *In*: Parker B.L. (Ed.). Thrips Biology and Management. New York, Plenum Press. Pp. 325-328.

Les établissements agricoles de l'état Algérien

DSA (2010) : Billan sur la superficie des cultures céréalières durant la campagne 2009/2010.

ITGC (2010) : Journée nationale programmée pour les agriculteurs sur la céréaliculture dans les Hautes plaines de l'Est.

ITGC (2018) : Billan d'analyse du sol de quelques champs des céréales dans la région de Baraouiya d'El-Khroub.

Les Sites internet

Site 1 : http://d-maps.com/continent.php?num_con=87&lang=fr (Consulter le 2/04/2018).

Site 2 : www.forkedtreeranch.com/index.html. (Consulter le 21/02/2019).

Site3 : <http://dungbeetlesforafrica.wixsite.com/scarabresearchgroup/biology-ecology-behaviour>. (Consulter le 23/7/2018).

Site 4 : <http://www.udec.ru/vrediteli/pylceed.php>. (Consulter le 15/12/2018).

ThripsWiki.2015. ThripsWiki—providing information on the World's thrips [Internet]. c2012-2015.Canberra: CSIRO Australia. http://thrips.info/wiki/Main_Page. (Consulter le 6/1/2019).

Résumé

L'objectif fondamental de cette étude réalisée dans les agro-écosystèmes céréaliers des Hautes plaines de l'est algérien est de dresser une liste systématique de l'ensemble des espèces d'insectes présentes et la détermination de leur statut trophique. Selon la liste trouvée, un suivi de la bio-écologie des espèces déprédatrices des céréales signalées et de leurs auxiliaires a été effectué.

Cette expérimentation s'est déroulée durant les quatre stades phénologiques de chaque plante hôte étudiée des trois années (2012, 2013 et 2014), dans les deux stations expérimentales (l'ITGC de Sétif et CNCC d'El-Khroub). Dix variétés de blé dur, neuf variétés blé tendre et quatre variétés d'orge sont choisies et quatre techniques d'échantillonnage sont appliquées.

Un total de 315 espèces est trouvé, réparties en 13 ordres, 116 familles et 206 genres, avec un effectif total de 38785 individus. L'ordre des Coleoptera est le plus diversifié avec 109 espèces. La culture de blé dur est la plus riche en espèces avec 288 espèces inventoriées comparé au blé tendre et à l'orge. Le régime alimentaire le plus dominant est la phytophagie avec 170 espèces et l'ordre des Coleoptera est le plus riche en catégories alimentaires.

L'étude de la variation pluriannuelle des effectifs de peuplements d'insectes a révélé que le blé dur a subi les effectifs les plus importantes en 2013 et l'orge en 2014. L'épiaison est le stade phénologique le plus touché par les insectes sur toutes les cultures, durant les trois années d'étude, à l'exception d'orge, en 2014 où le stade montaison était le plus sensible.

21 espèces ravageuses des céréales sont recensées, distribuées en 6 ordres et 12 familles. Les espèces qui ont les FA % les plus élevées et présentes dans les zones d'étude (Sétif, El-Khroub et Hautes plaines) sont *Sitobion avenae* et *Oulema melanopus*.

Sur six variétés de blé dur à Sétif et durant les 3 années d'étude, l'année 2013 est considérée comme la plus favorable au développement d'*O. melanopus*, et la montaison est notée comme le stade le plus sensible sur toutes les variétés. La variété Tadjdid est la plus colonisée par ce criocère.

L'analyse d'ANOVA de la dynamique des peuplements du puceron ravageur *S. avenae* et son prédateur *Coccinella septempunctata* sur six variétés de blé dur à El-Khroub pour les trois effets : Espèces ravageuse/prédatrice (Esp. Rav./Pré.), Stades phénologiques (SP.) et interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.) indiquent que ces trois effets sont très hautement significatifs ($P < 0,001$) en 2013, mais en 2014, uniquement l'effet stades phénologiques qui est très hautement significatif ($P < 0,001$). Le stade épiaison est le plus peuplé par les deux espèces en 2013 et 2014 avec des moyennes de $40,56 \pm 40,18$ et $4,33 \pm 4,01$ individus respectivement par rapport aux autres stades.

Plusieurs auxiliaires peuvent jouer un rôle crucial dans la lutte biologique contre les pucerons des céréales sont détectés : *C. septempunctata*, *Hippodamia (Adonia) variegata*, *Chrysopa carnea*, *Episyrphus balteatus*, *Cantharis decipiens*, *C. cryptica*, *Malthinus seriepunctatus*, *Aphidius ervi*, *A. matricaria*, *Praon volucre*.

Mots clés : Céréales, Hautes plaines de l'Est algérien, Entomofaune, Insectes ravageurs, Stades phénologiques, Auxiliaires, Lutte biologique.

Abstract

The fundamental objective of this study carried out in the cereal agro-ecosystems of the Eastern Algerian High Plains is to draw up a systematic list of all insect species present and to determine their trophic status. According to the list found, a monitoring of the bio-ecology of the reported cereal predatory species and their auxiliaries was carried out.

This experiment was carried out during the four phenological stages of each host plant studied over the three years (2012, 2013 and 2014), in the two experimental stations (ITGC of Sétif and CNCC of El-Khroub). Ten varieties of durum wheat, nine varieties of soft wheat and four varieties of barley were selected and four sampling techniques were applied.

A total of 315 species were found, divided into 13 orders, 116 families and 206 genera, with a total number of 38785 individuals. The order Coleoptera is the most diverse with 109 species. The durum wheat crop is the richest in species with 288 species inventoried compared to soft wheat and barley. The most dominant diet is phytophagy with 170 species and the Coleoptera order is the richest in trophic categories.

The study of the multi-annual variation in insect stand numbers revealed that durum wheat had the highest numbers in 2013 and barley in 2014. Heading is the phenological stage most affected by insects on all crops in all three years of the study except barley in 2014 where the heading stage was most sensitive.

21 cereal pest species were identified, distributed in 6 orders and 12 families. The species with the highest FA % and present in the study areas (Setif, El-Khroub and High Plains) are *Sitobion avenae* and *Oulema melanopus*.

Out of six durum wheat varieties in Setif during the 3 years of study, the year 2013 is considered to be the most favourable for the development of *O. melanopus*, and the bolting is noted as the most sensitive stage on all varieties. The Tadjdid variety is the most colonized by this species.

ANOVA analysis of the stand dynamics of the aphid pest *S. avenae* and its predator *Coccinella septempunctata* on six durum wheat varieties at El-Khroub for the three effects: Pest / Predator species (Esp. Rav./Pré.), phenological stages (SP.) and interaction (Esp. Rav./Pré. x SP.) indicate that these three effects are very highly significant ($P < 0.001$) in 2013, but in 2014, only the phenological stages effect is very highly significant ($P < 0.001$). The heading stage is the most populated by both species in 2013 and 2014 with averages of 40.56 ± 40.18 and 4.33 ± 4.01 individuals respectively compared to the other stages.

Several auxiliaries which can play a crucial role in the biological control of cereal aphids are detected: *C. septempunctata*, *Hippodamia (Adonia) variegata*, *Chrysopa carnea*, *Episyrphus balteatus*, *Cantharis decipiens*, *C. cryptica*, *Malthinus seriepunctatus*, *Aphidius ervi*, *A. matricaria*, *Praon volucre*.

Key words: Cereals, Eastern Algerian high plains, Entomofauna, Insect pests, Phenological stages, Auxiliaries, Biological control.

ملخص

الهدف الأساسي من هذه الدراسة التي أجريت في مختلف النظم الإيكولوجية الزراعية على مستوى محاصيل الحبوب في منطقة الهضاب العليا في شرق الجزائر هو إعداد قائمة منتظمة بجميع أنواع الحشرات الموجودة مع تحديد النمط الغذائي لكل نوع. وفقًا لهذه القائمة، تم تحديد ومتابعة الحشرات الضارة عن طريق دراستها من الناحية البيولوجية وأيضًا تحديد بعض الأعداء الطبيعية لهذه الحشرات الضارة.

أجريت هذه التجربة خلال المراحل الفيزيولوجية الأربعة لنمو نباتات الحبوب وذلك خلال ثلاثة سنوات متتالية 2012، 2013 و 2014. وتم أخذ عينات الحشرات على مستوى المعهد التقني للمحاصيل الكبرى بسطيف. وأيضًا على مستوى المركز الوطني لفحص ومطابقة الحبوب والشتلات بالخروب. تم إنجاز هذا العمل على عشرة أصناف للقمح الصلب، وتسعة أصناف من القمح اللين وأربعة أصناف من الشعير. وقد تم تطبيق أربعة طرق في هذه الدراسة من أجل إصطياد الحشرات.

مكنت نتائج الإحصاء للحشرات من فحص 38785 فردًا، مدرجين ضمن 315 نوع، 13 صنف، 116 عائلة و 206 جنس. وجدنا ترتيب غمديات الأجنحة (Coleoptera) هو السائد، ويمثل لوحده ب 109 نوع. يعتبر القمح الصلب موطنًا لـ 288 نوع من الحشرات وهو الأكثر ثراء من حيث أنواع الحشرات مقارنة بالقمح اللين والشعير. بالنسبة للنظام الغذائي الأكثر شيوعًا هو فئة الحشرات نباتية التغذية والتي تحتوي على 170 نوعًا وتعتبر غمديات الأجنحة (Coleoptera) هي أغنى صف فيما يتعلق بفئات التغذية المختلفة.

أثبتت الدراسة أن هناك تباين على مستوى مجموعات الحشرات وذلك طوال سنوات الدراسة، حيث تميز عام 2013 بسيادة من حيث أعداد أفراد الحشرات في القمح الصلب. فيما يخص الشعير، فيعتبر عام 2014 الأكثر إحصاءً لأفراد الحشرات.

تعتبر مرحلة التسبيل هي الأكثر تأثرًا بالحشرات على مستوى جميع أنواع محاصيل الحبوب، وذلك خلال مدة ثلاث سنوات، بإستثناء الشعير في عام 2014 حيث أن مرحلة الإستطالة هي الأكثر حساسية للحشرات. لقد سجلنا وجود 21 نوعًا من الحشرات الضارة على مستوى المحاصيل، والتي وزعت على 6 صفوف و 12 عائلة. ولقد تم تسجيل الحشرتين الضاريتين *Sitobion avenae* و *Oulema melanopus* ذات الترددات النسبية العالية وفي نفس الوقت مشتركة بين المناطق المدروسة (سطيف، الخروب والهضاب العليا).

تمت دراسة ديناميكية حشرة خنفساء الحبوب *O. melanopus* وذلك وفقًا لستة أصناف من القمح الصلب وتحديدًا في مدة قدرت ب 3 سنوات في منطقة سطيف. من النتائج المتحصل عليها، كان عام 2013 الأكثر ملائمة لتطور هذه الخنفساء وكانت مرحلة الإستطالة الأكثر حساسية على مستوى جميع هذه الأصناف. أيضًا سجل صنف Tadjdid تواجد أعداد هائلة من هذه الخنفساء مقارنة بالأصناف الأخرى.

قمنا بدراسة ديناميكية حشرة المن الأخضر الضارة *S. avenae* والحشرة المفترسة لها الدعسوقة ذات السبع نقاط *Coccinella septempunctata*، وذلك خلال مراحل مختلفة لنمو القمح الصلب وتحديدًا لستة أصناف في عامين 2013 و 2014 في منطقة الخروب.

بينت نتائج دراسة تحليل التباين ANOVA للعوامل الثلاث المدروسة وهم: النوع (مضرة ومفترسة)، مراحل نمو النبتة والعلاقة بين هذين العاملين. في عام 2013 سجل وجود فروق معنوية جد عالية ($P < 0,001$) على مستوى العوامل الثلاث المدروسة. أما في عام 2014 فقد سجلت فروق معنوية جد عالية ($P < 0,001$) فقط بالنسبة لعامل مراحل نمو النبتة. ولقد كانت مرحلة التسبيل هي الأكثر سيادة في عدد أفراد هاتين الحشرتين في عام 2013، وذلك بمتوسط يقدر ب $40,56 \pm 40,18$ فردًا بالنسبة لـ *S. avenae* و $4,33 \pm 4,01$ فردًا بالنسبة لـ *C. septempunctata*.

تم التعرف على أعداء طبيعية كثيرة من فئة الحشرات التي بإمكانها أن تلعب دورًا بالغ الأهمية في مكافحة البيولوجية لحشرات المن المضرة لجميع أنواع محاصيل الحبوب و نذكر منها:

C. septempunctata, *Hippodamia (Adonia) variegata*, *Chrysopa carnea*, *Episyrphus balteatus*, *Cantharis decipiens*, *C. cryptica*, *Malthinus seriepunctatus* *Aphidius ervi*, *A. matricaria*, *Praon volucre*.

الكلمات المفتاحية: محاصيل الحبوب، الهضاب العليا الشرقية الجزائرية، الحشرات، أنواع الحشرات الضارة، مراحل نمو النباتات، الأعداء الطبيعية، مكافحة البيولوجية.