



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

Synthèse de travaux sur l'inventaire des pucerons et de leurs ennemis naturels sur culture de pomme de terre dans la région de Djelfa.

Présenté par: Melle Mellouk Souria

M^{elle} Bentchich Rahma Saida

Soutenu le :.... /.... /2021

Devant le jury composé de :

Président	Professeure	M ^{lle} GUERZOU A.	Université de Djelfa
Promoteur	MCB	M. BENZAAD R.	Université de Djelfa
Examineur	MAA	M ^{me} HABITA A.	Université de Djelfa
Examineur	MAA	M ^{me} DELLOULI S.	Université de Djelfa

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la patience, la volonté pour terminer ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toutes nos reconnaissances.

Nous adressons toutes nos gratitudes et nos remerciements à Mr BENSaad Raouf, pour avoir accepté l'encadrement scientifique de ce travail, et de l'avoir suivi minutieusement jusqu'à sa fin, et aussi pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions

A nos professeurs qui ont assuré notre formation durant toutes ces années d'études à l'université de Djelfa.

Et A vous nos amis (es) et nos collègues Dans la spécialité Ecologie Animale.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Papa, pour ses encouragements

Maman, pour sa patience

*Les deux êtres les plus précieux au monde pour toute leur tendresse et
leurs sacrifices*

*J'ai accepté mes études et ma formation, qui correspondent uniquement
au certificat*

De profonde gratitude.

A mes chers frères Abde Rrahman et à Islam

*À mes merveilleuses sœurs (Maryam, Amina et les jumelles de Souhila)
à ma grande famille*

" Mellouk "

A mon amie et collègue Rahma

A mes chers amis (Hayat, Hadjar Jasmine, Iman)

Souria

Dédicace

A vous mes parents

BENTCHICH TAHER et MOHAMMEDI AICHA

*Mes mots ne suffisent pas pour exprimer
vos efforts et vos conseils ainsi que votre amour
Que ce travail témoigne de notre gratitude à votre égard.*

A mes chère frères, Sallah, Amer et Abed Elkader.

Et mes très chère sœurs Yamena, Fatima et Oum kalthoum.

Je le dédie mes tantes et grandes sœurs Mohammedi Embarka et Rabia

A mes deux grandes familles

BENTCHICH et MOHAMMEDI

Mon binôme Souria

Et mes amis de l'université (Embarka, Yousra, Salima et Hayet).

Et aussi mes chère amis (Fatima, Samah et Chahinez)

Qui ont contribué directement ou à la réalisation de ce mémoire.

Et A vous mes amis (es) et mes collègues

A mes professeurs dans tous les cycles qui m'ont éclairé la vie du savoir.

Rahma

Sommaire

Liste des tableaux et figures

Introduction générale

Chapitre 01: Généralités sur la région d'étude, la culture et les pucerons et leurs antagonistes

1.1. Présentation de la région	
1.1.1. Situation géographique.....	04
1.1.2. Conditions climatiques.....	06
1.1.2.1. Température (Période 2007-2017).....	06
1.1.2.2. Pluviométrie (Période 2007-2017).....	06
1.1.3. Synthèse climatique (Période 2007-2017).....	07
1.1.3.1. Diagramme Ombrothermique	06
1.1.3.2. Climagramme d'Emberger.....	07
1.1.4. Végétation de la région de Djelfa	08
1.2. La culture de pomme de terre	09
1.2.1. Origine	09
1.2.2. Intérêts nutritionnels de la pomme de terre.....	09
1.2.3. Productions et superficies de la pomme de terre (2010-2019).....	09
1.2.3.1. Dans le monde	09
1.2.3.2. En Algérie.....	10
1.2.3.3. A Djelfa	11
1.2.4. Problèmes phytosanitaires	11
1.2.4.1. Principales maladies de la culture	12
1.2.4.2. Principaux insectes ravageurs.....	13
1.3. Généralités sur les pucerons	14
1.3.1. Systématique	14
1.3.2. Caractéristique morphologique des aphides	15
1.3.2.1. Tête.....	15
1.3.2.2. Thorax	15
1.3.2.3. Abdomen.....	16
1.3.3. Biologie des pucerons.....	16

1.3.4. Dégâts causées par les pucerons.....	17
1.3.5. Principales espèces de pucerons de la pomme de terre	17
1.4. Les ennemis naturels des pucerons	19
1.4.1. Prédateurs	19
1.4.2. Parasitoïdes	21

Chapitre 02: Matériels et Méthodes

Introduction

2.1. Choix des sites étudiés	24
2.2. Localisation géographique des sites	24
2.3. Méthodologie d'échantillonnage des insectes	26
2.4. Matériel végétal	27
2.5. Identification des insectes récoltés	28
2.5.1. Pucerons	28
2.5.2. Prédateurs	28
2.5.3. Parasitoïdes.....	28
2.6. Abondance relatives des espèces inventoriées	29

Chapitre 03: Résultats et discussions

Introduction

3.1. Inventaire des pucerons	31
3.1.1. Identification et présence des espèces de pucerons	31
3.1.2. Abondance relative des pucerons	34
3.2. Inventaire des prédateurs	35
3.2.1. Identification et présence des espèces prédatrices de pucerons	35
3.2.1.1. Catégorie 01 : Coccinelles	36
3.2.1.2. Catégorie 02 : Chrysopes et punaises	39
3.2.1.3. Catégorie 03 : Autres espèces prédatrices	41
3.2.2. Abondance relatives des prédateurs	43
3.2.2.1. Catégorie 01 : Coccinelles	43
3.2.2.2. Catégorie 02 : Chrysopes et punaises	44
3.2.2.3. Catégorie 03 : Autres espèces prédatrices.....	44

3.3. Inventaire des parasitoïdes.....	45
3.3.1. Identification et présence des espèces de parasitoïdes de pucerons.....	45
3.3.1. Abondance relative des parasitoïdes	48

Conclusion générale

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Température mensuelles moyenne enregistrées à Djelfa en (2007/2017)	06
02	Variations mensuelles des précipitations enregistrées à Djelfa durant l'année (2007/2017)	06
03	Les principales maladies de la pomme de terre	12
04	Les principaux insectes ravageurs de la pomme de terre	13
05	Localisation géographique des différentes parcelles expérimentales (sites) réparties à travers la Wilaya de Djelfa	26
06	Liste globale des espèces de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017	31
07	Présence des espèces de pucerons inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017	33
08	Les fréquences des espèces pucerons récoltées	34
09	Liste globale des espèces prédatrices de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017	35
10	Présence des espèces de coccinelles inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017	36
11	Présence des espèces de chrysopes et de punaises inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017	39
12	Présence des espèces de chrysopes et de punaises inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017	41
13	Les fréquences des espèces Coccinelles	43
14	Les fréquences des espèces chrysopes et punaises récoltées	44
15	Les fréquences des restes espèces prédatrices	44
16	Liste globale des espèces de parasitoïdes de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017	45
17	Présence des espèces de parasitoïdes inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017	46
18	Les fréquences des restes espèces de parasitoïdes	48

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Carte géographique de la wilaya de Djelfa	05
02	Diagramme Ombrothèrmique de Djelfa (période 2007/2017).	07
03	Localisation de la wilaya Djelfa sur le climagramme d'Emberger.	08
04	Principaux pays producteurs de pomme de terre en 2018.	10
05	Production et Superficies de la culture de pomme de terre dans l'Algérie dans la période 2010-2019.	10
06	Production et Superficies de la culture de pomme de terre dans Djelfa dans la période 2010-2019.	11
07	Schéma d'un puceron ; A : Aptère et B : ailé	16
08	<i>Marcosiphum euphorbiae</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
09	<i>Aphis nasturtii</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
10	<i>Myzus persicae</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
11	<i>Aphis solani</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
12	<i>Rhopalo siphoninus latysiphon</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
13	<i>Aphis fabae</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
14	<i>Aulacorthum circumflexum</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
15	<i>Aphis gossypii</i> (www.inrae.fr , 2010).	18
16	<i>Adalia bipunctata</i> (www.inrae.fr , 2011).	19
17	<i>Coccinella algerica</i> (www.galerie-insecte.org , 2008).	19
18	<i>Harmonia axyridis</i> (www.inrae.fr , 2011).	20
19	<i>Hippodamia convergens</i> (www.entomologytoday.org , 2019).	20
20	<i>Macrolophus pygmaeus</i> (www.influentialpoints.com , 2013).	20
21	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (www.inrae.fr , 2011).	20
22	<i>Sphaerophoria</i> (www.quelestcetanimal-lagalerie.com , 2011).	20
23	<i>Chrysoperlla carnea</i> (www.bio-scene.org , 2007).	20
24	<i>Propylae quatuordecimpunctata</i> (www.influentialpoints.com , 2011).	20
25	<i>Orius</i> (www.bioplanet.eu , 2014).	20
26	<i>Miridae sp</i> (www.entomofaune.qc.ca , 2006).	21
27	<i>Aphidius matricariae</i> (www6.inrae.fr , 2011).	21
28	<i>Aphidus ervi</i> (www6.inrae.fr , 2011).	21
29	<i>Aphidus colemani</i> (www6.inrae.fr , 2011).	22
30	Le parasitisme des pucerons (Sekkat, 2007).	22
31	Situation géographique et administrative des 06 Communes visitées.	25
32	Cages d'élevage, laboratoire de la faculté SNV ; Université de Djelfa (juin 2014).	27
33	Femelle adulte déposant des larves de <i>M. euphorbiae</i> (Lefras, 2014)	32

34	Adultes et larves d' <i>A.gossypii</i> (Lefras, 2014).	32
35	Adulte de <i>M. persicae</i> (Lefras, 2014).	32
36	Adulte d' <i>A. fabae</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	32
37	Adulte et larves d' <i>A. nasturtii</i> (Mohad et Megrani, 2017)	33
38	Adulte de <i>H. amygdali</i> (Yahiaoui, 2014).	33
39	Adulte de <i>C. septempunctata</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	37
40	Adulte de <i>C. algerica</i> (Yahiaou, 2014).	37
41	Adulte de <i>H. variegata</i> (Yahiaou, 2014).	37
42	Adulte de <i>H. tredecimpunctata</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	38
43	Adulte de <i>H. undervimpunctata</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	38
44	Adulte de <i>C. novemnotata</i> (Kouili et Benderah, 2016).	38
45	Adulte de <i>P. vigintidupunctata</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	38
46	Adulte de <i>C. carnea</i> (Mohad et Megrani, 2017).	39
47	Adulte de <i>M. Pygmaeus</i> (Yahiaoui, 2014).	40
48	Adultes de <i>N. tenius</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	40
49	Adultes de <i>Dicyphus</i> sp. (Nessil et Zekaik, 2017).	40
50	Adultes de <i>Nabidae</i> sp. (Allek, 2016).	40
51	Adulte de <i>P. apterus</i> (Kouili et Benderah, 2016).	41
52	Adulte d' <i>E. balteatus</i> (Kouili et Benderah, 2016).	42
53	Adulte de <i>S. scripta</i> (Kouili et Benderah, 2016).	42
54	Adulte de <i>C. cicindela</i> (Kouili et Benderah, 2016).	42
55	Adulte de <i>C. granulatus</i> (Kouili et Benderah, 2016).	42
56	Adulte de <i>F. auricularia</i> (Kouili et Benderah, 2016).	43
57	Mâle d' <i>A. ervi</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	46
58	Mâle d' <i>A. rhopalosiphi</i> (Yahiaoui, 2014).	46
59	Mâle d' <i>A. matricariae</i> sorti d'une momie de <i>M. persicea</i> (Nessil et Zekaik, 2017).	47
60	Adulte d' <i>A. fabarum</i> (Yahiaoui, 2014).	47
61	Adulte d' <i>A. testaceipes</i> (Yahiaoui, 2014).	47
62	Adulte de l'hyperparasitoïde <i>Dendrocerus</i> spp. (Yahiaoui, 2014).	48

Introduction

Introduction

Les pommes de terre sont originaires des montagnes des Andes et sont devenues sans succès dans le monde entier. Ces tubercules sont cultivés partout dans le monde, et ils sont considérés par tous les habitants du monde comme un « aliment local » et sont caractérisés comme « l'immigrant le plus réussi au monde », dans ' la meorigine 'est pas plus connu des producteurs et consommateurs (F.A.O., 2008).

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) occupe une place très importante dans notre alimentation. Elle est la quatrième culture vivrière au monde après le blé, le maïs et le riz (F.A.O., 2014).

En Algérie, la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38% de la superficie cultivée en culture maraîchère et 30% de la production totale avec une production qui dépasse 5000000 Qx sur 157 000 hectares en 2017(M.A.D.R, 2017).

La pomme de terre en Algérie est l'une des cultures les plus importantes, car les superficies dernières allouées à sa culture on atteint 180 000 hectares au niveau national au cours de la campagne de production, ce qui la fait concurrencer les céréales, l'ajout de nouvelles superficies telles que Oued Souf, Touggourt, Tamanrasset et Djelfa, où l'on s'attend à ce que ces effectifs connaissent une augmentation significative des superficies et des productions.

Cette culture est attaquée par un large éventail d'insectes ravageurs, y compris les pucerons qui sont l'un des principaux groupes de ravageurs dans le monde, ces insectes causent des dommages directs en se nourrissant de la sève des plantes et transmettent des virus phytopathogènes.

Les pucerons en Algérie sont parmi les principaux ravageurs des cultures, et leurs foyers généralement le seuil de tolérance. Des études sur l'inventaire et les fluctuations du nombre de pucerons dans plusieurs régions d'Algérie ont montré que la situation est très dangereuse et nécessite une intervention urgente (Aroun, 1985).

L'objectif de notre travail est de faire une synthèse de quelques travaux expérimentaux réalisés, en partie, sur l'inventaire des espèces aphidiennes s'attaquant à la pomme de terre dans plusieurs sites de la Wilaya de Djelfa, ainsi que de leurs ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) durant la période 2013 et 2017.

Le premier chapitre sera consacré à des généralités sur la culture étudiée, sur les pucerons et sur leurs ennemis naturels. Dans le deuxième chapitre, nous allons nous pencher sur les différentes méthodes expérimentales adoptées lors des expérimentations au terrain et au laboratoire afin de recenser ces espèces d'insectes. Enfin, dans le dernier chapitre, seront montrés les résultats obtenus de l'inventaire ainsi que les discussions de ses résultats. Et nous terminerons par une conclusion générale sur l'ensemble du sujet.

Chapitre 01

Généralités sur la région d'étude, la culture et les pucerons et leurs
antagonistes

Chapitre 01 : Généralités sur la région d'étude, la culture et les pucerons et leurs antagonistes

1.1. Présentation de la région d'étude

1.1.1. Situation géographique de la région de Djelfa

La Wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au - delà des piemonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord dont le chef - lieu de Wilaya est à 300 kilomètres au Sud de la capitale (Djaballah , 2008 : Bessenasse et *al .*, 2012) .Elle est comprise entre 20 et 5 ° de longitude Est et entre 33 ° et 35 ° de latitude Nord. Elle est limitée :

- Au Nord par les Wilayas de Médéa et de Tissemsilt
- A l'Est par les Wilayas de M'Sila et Biskra
- A l'Ouest par les Wilayas de Laghouat et de Tiaret
- Au Sud par les Wilaya de Ouargla, d'El Oued et de Ghardaïa (P.A.T.W. , 2014) .

Erigée au rang de Wilaya à la faveur du découpage administratif de 1974, cette partie du territoire d'une superficie totale de 32.256,35 km représentant 1.36 % de la superficie totale du pays se compose actuellement de communes regroupées en 12 Dairas (P.A.T.W., 2014)



Figure 01 : Carte géographique de la wilaya de Djelfa (<https://d-maps.com>, 2009).

1.1.2. Conditions climatiques

1.1.2.1. Température

D'après Dreux (1980), la température est un facteur écologique capital. Elle agit sur le contrôle de l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984). La région de Djelfa est caractérisée par des températures très variables, elles sont basses en hiver et élevées en été ce qui augmente le déficit hydrique. Dans le tableau 01 sont notées les valeurs mensuelles de la température moyenne enregistrées entre 2007 et 2017 dans la région de Djelfa.

Tableau 01 : Température mensuelles moyenne enregistrées à Djelfa (2007/2017)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Av.	Mai	Juin.	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
m(c°)	2,64	0,8	3,2	6,2	9,6	13,6	17,4	16,9	13,6	9,38	4,5	1,36
M(c°)	9,58	9,51	12,8	17,7	21,7	23,9	31,1	30,4	23,6	41,7	13,02	9,81
Moy(c°)	7,43	5,57	9,66	15,18	20,5	25,6	32,9	32,16	25,4	30,2	11,06	6,26

O.N.M., Djelfa, 2019

1.1.2.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestre, mais aussi pour certains écosystèmes limniques (Ramade, 2003).

Tableau 02 : Variations mensuelles des précipitations enregistrées à Djelfa durant l'année (2007/2017)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Av.	Mai	Juin.	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Totale
P(mm)	25,04	26,8	27,05	26,4	20,3	23,4	10	20,7	28,3	39,03	17,8	20,3	285,541

O.N.M., 2019

1.1.3. Synthèse climatique (2007/2017)

1.1.3.1. Diagramme Ombrethermique

Le diagramme ombrethermique permet de calculer facilement la durée de la saison sèche et la période humide. Les mois sont portés en abscisses, la pluviométrie moyenne mensuelle (Pm) et la température moyenne mensuelle (Tm) sont représentées en ordonnées l'échelle de la pluviométrie est double de celle de la température ($Pm = 2t$).

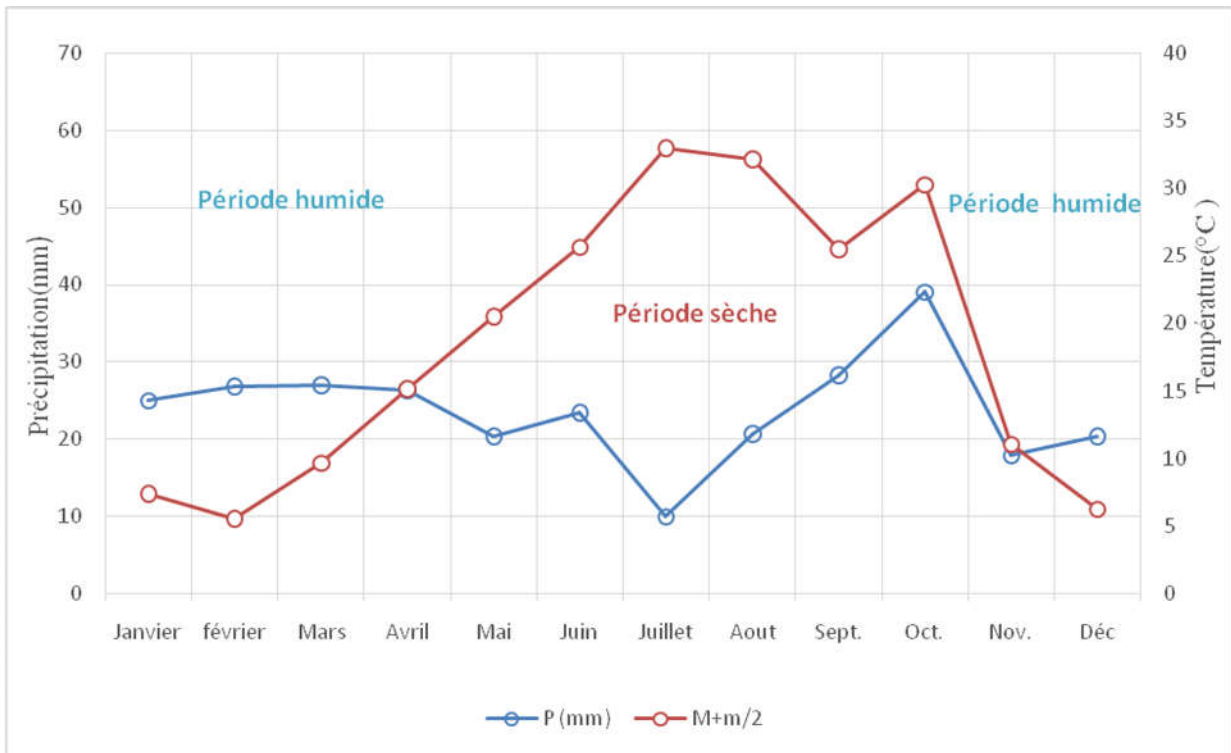


Figure 02 : Diagramme Ombrothémique de Djelfa (période 2007/2017).

1.1.3.2. Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de la région Djelfa

Le climagramme d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz, 1971). Le quotient pluviothermique est représenté par la formule suivante (Stewart, 1969).

$$Q_3 = \frac{3,43 \times p}{(M - m)}$$

Q_3 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

P : cumul pluviométrique moyen annuel en mm est égal 285,541778 mm.

M : température moyenne maximale des mois le plus chaud en $^{\circ}\text{C}$, est égal à 41,79 $^{\circ}\text{C}$.

m : température moyenne minimale des mois le plus froid en $^{\circ}\text{C}$, est égal à 0,821 $^{\circ}\text{C}$.

3,43 : Coefficient de STEWART établi pour l'Algérie.

En observant le climagramme (Fig 03), il à constater que la région de Djelfa présente un $Q_3 = 23,906$ et $m = 0,821^{\circ}\text{C}$. La région est classée dans l'étage bioclimatique Aride à hiver frais.

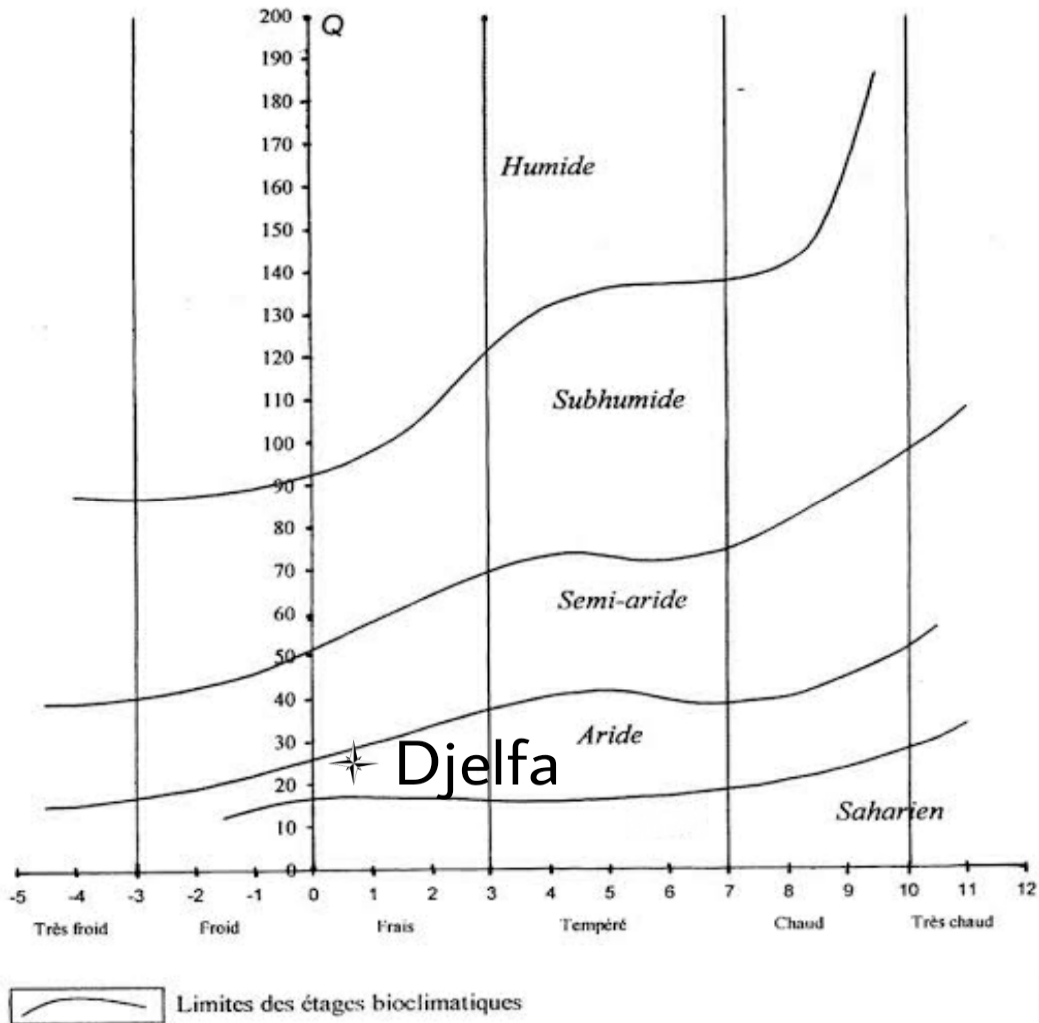


Figure 03: Localisation de la wilaya Djelfa sur le climagramme d'Emberger.

1.1.4. Végétation de la région de Djelfa

Le couvert végétal naturel de la Wilaya de Djelfa est constitué essentiellement de hautes steppes arides avec des vides entre les touffes de végétation sur des sols généralement maigres en contact direct avec la roche mère (Cetim, 2008). La Wilaya de Djelfa fait partie globalement de la steppe d'Alfa. Cette graminée vivace occupe une grande partie du territoire de la Wilaya notamment la zone du plateau pré désertique du Sud de la Wilaya. Les forêts sont claires et aérées par manque de sous-bois conséquent et l'inexistence de maquis (Lefras, 2014).

Les principales essences forestières sont : le pin d'Alep, le chêne vert et le genévrier du phénicien (Arar). Les pacages et couvrent aussi une superficie très importante à travers le territoire de la Wilaya de l'ordre de 2.135.401 ha représentant 66,15 % de la superficie totale de la wilaya (Cetim, 2008). Selon Pouget (1980), il existe trois types de formation végétale dans la région de Djelfa, les formations forestières, les formations steppiques et les cultures.

1.2. La culture de pomme de terre

1.2.1. Origine de l'espèce

La pomme de terre a pris naissance dans les pays andins et plus particulièrement près du littoral du Pérou depuis 8000 à 9000 ans avant JC. Les incas l'ont cultivée sous le nom de papa et elle porte toujours ce nom en Amérique latine. Les zones les plus riches en espèces sont le centre du Mexique. L'habitat s'étage de 0 à 4000 m et regroupe des zones de type arbustif et prairial (Belguendouz, 2012). La plante est originaire des Andes péruviennes du Sud de Chili jusqu'à Venezuela et en Amérique centrale jusqu'au nord du Mexique. Les zones les plus riches en espèce sont le centre des Andes (Pérou, Bolivie, Equateur) et le centre du Mexique (Rousselle et *al.*, 1992).

1.2.2. Intérêts nutritionnel de la pomme de terre

D'après Ayachi et Amari. (2013), le tubercule de pomme de terre est un organe de stockage contenant à maturité une moyenne de 77,5 % d'eau. La matière sèche, exprimée en pourcentage de la matière fraîche, se répartit globalement en 19,4% de glucides totaux (principalement amidon, saccharose, glucose, fructose, cellulose brute et substances pectiques), 2,0 % de protéides (protéines, acides aminés libres et bases azotées). 1,0% de cendres (majoritairement du potassium) et 0,1% de lipides. Des acides organiques (acides citrique et ascorbique entre autres), des substances phénoliques (acides chlorogénique et caféique, pigments, etc.) (Mattila et Hellstrom, 2007).

1.2.3. Productions et superficies de la pomme de terre (2010/2019)

1.2.3.1. Dans le monde

La figure 04 montre le classement des grands pays producteurs en 2018. Ce sont la Chine et l'Inde qui dominent. L'Ukraine, la Fédération de Russie et les USA occupent un rang équivalent (FAOstat., 2020).

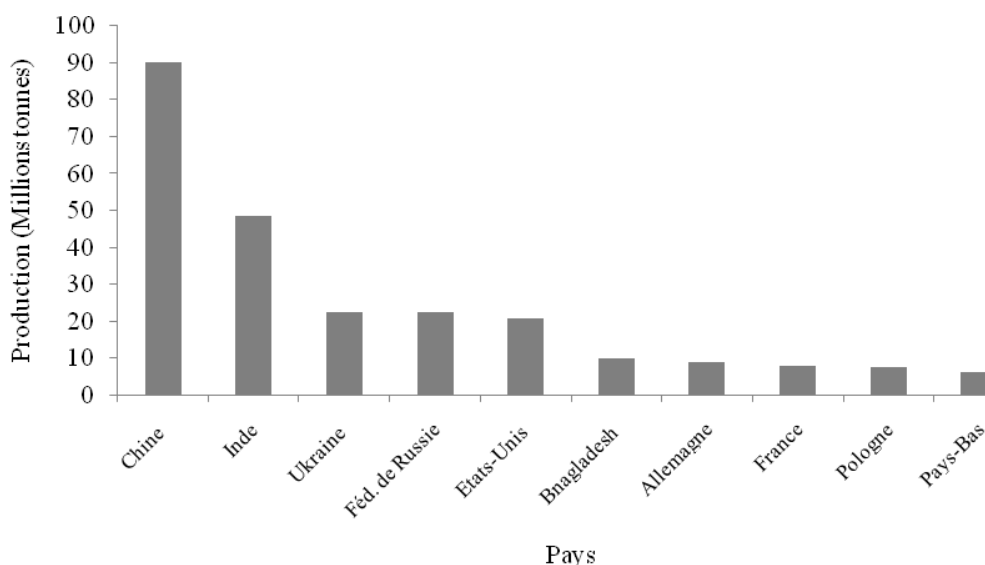


Figure 04: Principaux pays producteurs de pomme de terre en 2018 (FAOstat., 2020).

La culture est en plein évolution en Asie et en Amérique du Nord. La production mondiale a enregistré 327 188 473 tonnes en 2008 et 368 168 914 tonnes en 2018 ce qui correspond à plus de 40 000 000 de tonnes en 10 ans. La Chine reste le leader mondial depuis plusieurs années avec un taux d'accroissement de la production de plus de 24% entre 2008 (68 633 152 tonnes) et 2018 (90 321 442 tonnes).

1.2.3.2. En Algérie

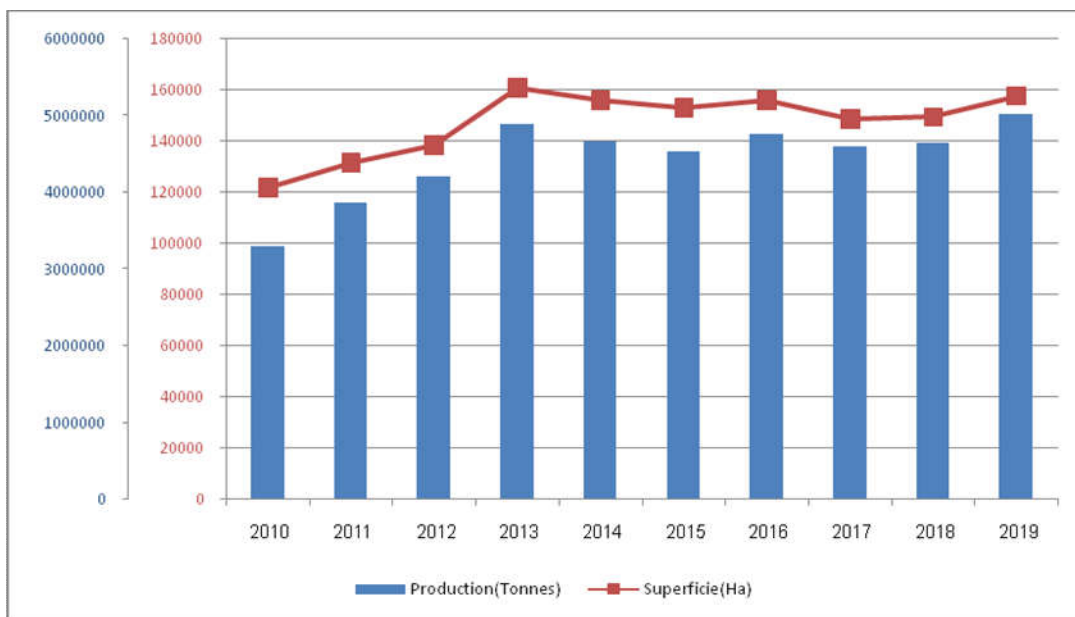


Figure 05: Production et Superficiés de la culture de pomme de terre dans l'Algérie dans la période 2010-2019 (FAO, 2021).

La pomme de terre est le légume le plus demandé sur le marché algérien, elle occupe la première place (FAO, 2021). Nous constatons donc une augmentation de la superficie cultivée ces dernières années. En 2010, la superficie cultivée était de 122 mille hectares avec une valeur de production de plus de 33 mille tonnes et un rendement de 27,05t/ha. En 2019, la superficie cultivée passe à environ 158 mille hectares, avec une production de 5 020 249 tonnes, équivalant à 31 80 t/ha.

1.2.3.3. A Djelfa

Les données sur la superficie et la production de la pomme de terre dans la wilaya pour la période 2010-2019 sont présentées dans la figure suivante:

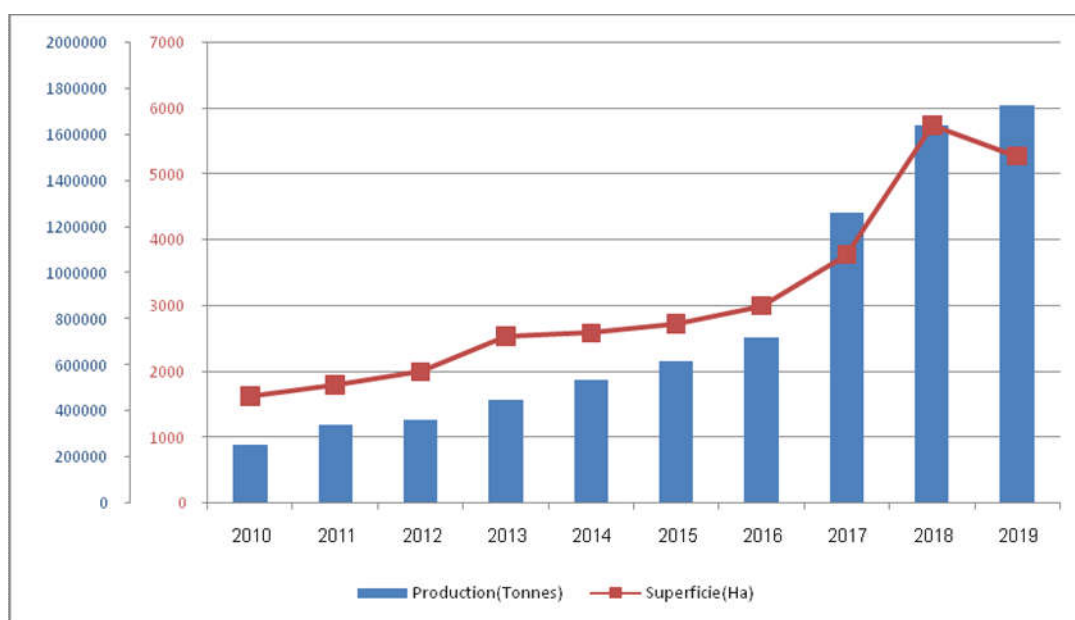


Figure 06: Production et Superficies de la culture de pomme de terre dans Djelfa dans la période 2010-2019 (DSA, 2021).

Selon les statistiques de la DSA de la wilaya Djelfa, depuis l'année 2010 on assiste à un accroissement des superficies cultivées en pomme de terre accompagnée d'une importante augmentation de la production surtout dans les dernières années. En effet 1 623 Ha pour une production avoisinant 252 540qx ont été enregistrés en 2010 contre 5 279ha et une production de 1728150qx en 2019.

1.2.4. Problèmes phytosanitaires

Diverses maladies peuvent se déclarer tout au long du cycle de la pomme de terre, comme les flétrissements, les gales, les pourritures, les jaunissements...etc. (Duvernay et Perrichon, 1975). Cependant, les insectes constituent certainement le groupe de déprédateurs le plus nuisible pour la culture qu'ils peuvent attaquer à différents stades de leur vie (larvaire ou adulte) et de leur cycle

biologique (Radcliffe 1982 ; Raman et Radcliffe 1992). Le tableau suivant présente les principales maladies fongiques, bactériennes et virales (Tableau 03).

Tableau 03: Les principales maladies de la pomme de terre.

Type de maladies	La maladie	La cause	Les symptômes
Principales maladies fongiques	Le Mildiou de la pomme de terre ou brulure tardive.	Le champignon <i>Phytophthora infestans</i> ce champignon se transmet par le vent.	-Brunissement de la base des tiges ou de portions de tiges et de pétioles. -Taches jaunâtres devenant brunes sur les feuilles de la base.
	Alternariose ou brulure alternarienne ou brulure hâtive.	Le champignon <i>Alternariasolani</i> .	-Taches circulaires ou angulaires brunes, souvent avec des anneaux concentriques, parfois présence d'un halo jaune sur la feuilles. -Taches brun foncé à noires pénètrent dans la chair sur une profondeur de 1 à 2mm.
Principales maladies bactériennes	Gale commune.	Provoquée par des bactéries appartenant au genre <i>Streptomyces</i> .	Se manifestent uniquement en surface des tubercules et sont très variés: -Gale en pustule, ou en relief: présence de pustule. -Gale en liège: gale plate ou superficielle: présence de taches liégeuses superficielles.
	La jambe noire.	Bactéries pathogènes du genre <i>Erwinia</i> cette bactérie se transmet par la pluie, l'eau d'irrigation et les insectes.	La jambe noire, des nécroses de la base des tiges.

Principales maladies virales	Virus Y	Transmis par des nombreuses espèces de pucerons. C'est un virus de type non-persistant.	-Apparition de taches nécrotiques sur les feuilles. -Elle peut aussi provoquer une mosaïque déformante. Souvent localisée sur la tige ou une partie de plante.
	Virus S	Transmissible très facilement à la fois par contact, par les passages d'engins par exemple et aussi par les pucerons selon un mode non-persistant (comme le Virus Y)	Symptômes généralement faibles (latence), variables selon la variété et la souche virale: -Eclaircissement du feuillage. -Enfoncement des nervures sur la face supérieure des feuilles (rugosité sensible au toucher). -Réduction de la taille des feuilles. -Extrémité des folioles inclinées vers le bas. -Sur des variétés très sensibles: feuilles d'aspect bronzé, taches nécrotiques, plantes plus petites.

(Bernhards, 1998; Cirad et al, 2002).

1.2.5. Insectes ravageurs

Tableau 04: Les principaux insectes ravageurs de la pomme de terre (Soltner, 1990; Bernhards,1998 ; et Cired-Gret ,2002).

Insectes ravageurs	Symptômes et dégâts
Doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	Feuilles: Les larves éclosent au bout de 8 jours dévorent les feuilles en commençant par le bord.
Noctuelles (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Feuilles: Les jeunes chenilles dévorent le parenchyme des feuilles. Quand l'attaque est avancée, la culture semble grillée. Tubercules: Les attaques des chenilles laissent des galeries que évoluent en pourritures.

Taupins (<i>Agriote lineatus</i> , <i>Agriote sordidus</i>).	Tubercules: Formation de galeries de 1 à 2 mm dans les tubercules. Ces attaques favorisent l'installation de diverses pourritures.
Vers blancs (larve du hanneton, <i>Melolontha melolontha</i>).	Tubercules: Galeries larges, tapissées de fils soyeux et renfermant des excréments noirâtres.
Nématodes dorés de la pomme de terre (<i>Heterodera rostochiensis</i>).	Racines: peu développées, les radicules portent des chapelets de petites boules blanches, jaunes et finalement brunes Tubercules: Des petites tailles.
Teigne (<i>Phthorimaea operculella</i>).	Feuilles: Les larves vivent en mineuse au niveau des feuilles. Quand les attaques sont importantes la plante flétrit et meurt. Tubercules: Les larves creusent des galeries à l'intérieur du tubercule. Ces galeries constituent des portes d'entrée de champignons et bactéries et augmentent le risque de pourriture.
Pucerons principalement: <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Aphis frangulae</i> .	Feuilles: Petites taches pales et léger enroulement des feuilles. Le rôle nuisible des pucerons tient surtout à leur rôle de vecteurs des maladies virales.

(Soltner, 1990; Bernhards, 1998 ; et Cired-Gret ,2002).

Notre travail se base sur cette dernière catégorie de ravageurs de la pomme de terre, donc nous allons présenter ci-après l'essentiel de leurs caractéristiques morphologiques, biologiques et écologiques.

1.3. Généralités sur les pucerons

1.3.1. Systématique

On compte 4700 espèces de pucerons dans le monde. Leur systématique est affaire de spécialistes. La connaissance de leurs plantes hôtes est également importante pour aider leur identification. Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères. Ils constituent la superfamille des Aphidoidea. Selon Remaudière, cette superfamille est répartie en 3 familles : les Phylloxeridae, les Adelgidae et les Aphididae qui constituent de loin la famille la plus importante.

Les Aphididae se caractérisent de la manière suivante :

- antennes à 5 ou 6 articles, le dernier étant formé de deux parties, la base et le fouet.
- présence ou non des cornicules.
- cauda souvent développée.
- cycle biologique annuel avec succession de plusieurs générations parthénogénétiques et présence ou non d'une génération sexuée.
- cycle biologique annuel avec ou sans changement d'hôtes sur de nombreuses plantes herbacées ou ligneuses (Evelyne et *al*, 2010).

Remaudière et *al*. (1997) classent les pucerons dans leur catalogue comme suit :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous embranchement : Hexapoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Hemiptera
- Famille : Aphididae
- Sous famille : Aphidinae

1.3.2. Caractéristiques morphologique des aphides

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4mm avec un corps ovale un peu aplati (Tanya, 2002) . Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen).

1.3.2.1. Tête

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères ; elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes (Tanya, 2002 ; Fraval, 2006).

1.3.2.2. Thorax

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères. D'après Hein et *al*, (2005), chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure.

1.3.2.3. Abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Hein et *al*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001). Le dernier segment abdominal (10^{ème}) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

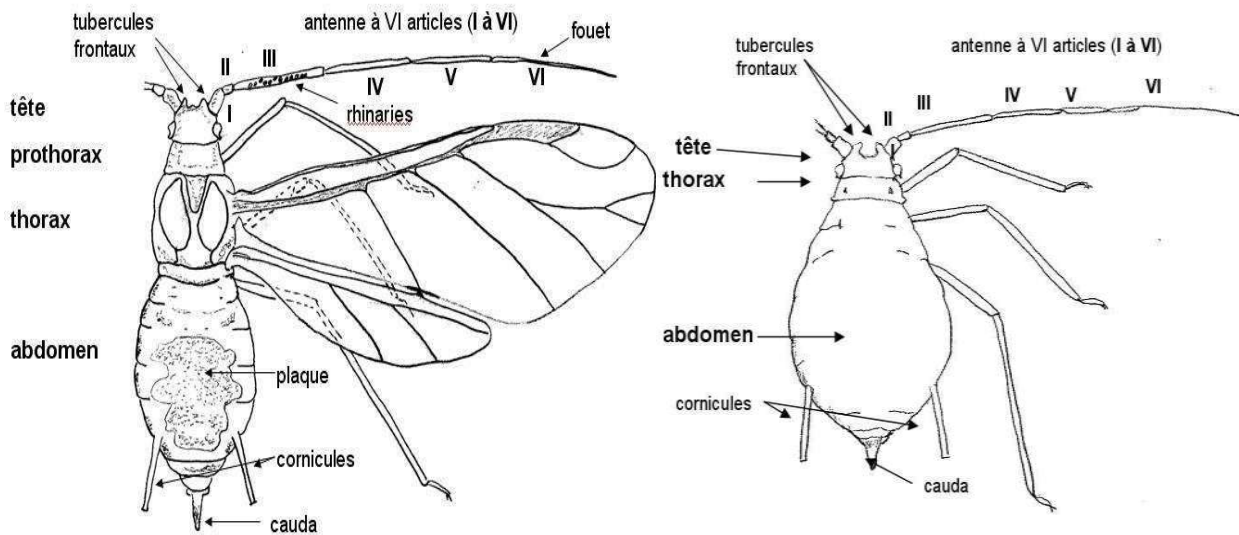


Figure 07 : Schéma d'un puceron ; A : Aptère et B : ailé (Schéma Piffaretti, 2012).

1.3.3. Biologie des pucerons

Les pucerons sont hémimétaboles. Les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Elles mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Le cycle évolutif des pucerons est hétérogonique c'est -à-dire une génération sexuée suivi par plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (Christelle., 2007). Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Généralement les femelles fécondées sont ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter).

1.3.4. Dégâts causes par les pucerons

Les pucerons sont des principaux ravageurs des végétaux dans le monde, avec des inconvénients économiques sur l'agriculture (Fournier, 2010). Ils peuvent causer des pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et *al.*, 2004).

D'après Christelle (2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

- **Dégâts directs:**

C'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes. Les piqûres alimentaires sont toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles et des fruits.

- **Dégâts indirects:**

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

a. Dépôts de miellat et de fumagine : le miellat est une déjection produite par les pucerons. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, ou bien indirectement pour favoriser le développement des champignons saprophytes (Christelle., 2007; Gioranengo et *al.*, 2010).

b. Transmission des virus phytopathogènes : en se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles. Ainsi, nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement (Brault et *al.*, 2010).

1.3.5. Principales espèces de pucerons de la pomme de terre

D'après Rouselle et *al.*, (1996), cinq espèces de pucerons qui attaquent la pomme de terre. La plus nuisible est le puceron de la pomme de terre (*Marcosiphum euphorbiae* Thomas, 1878; Fig. 08). Il y a aussi le puceron du Nerpurn (*Aphis nasturtii* Kalténbach , 1843; Fig. 09) et le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer , 1776; Fig. 10). Les autres pucerons de moindre importance comme : le puceron de la digitale (*Aphis solani* Katenbach, 1843; Fig. 11), le puceron des germes de la pomme de terre (*Rhopalo siphoninus latysiphon* Haliday, 1835; Fig. 12), le puceron de la fève (*Aphis fabae* Scopoli, 1763; Fig. 13), le puceron du lis (*Aulacorthum circumflexum* Buckton, 1876; Fig. 14) et le puceron du coton (*Aphis gossypii* Glover, 1877; Fig. 15).



Figure 08: *Macrosiphum euphorbiae*
(www.inrae.fr, 2010).



Figure 09: *Aphis nasturtii*
(www.inrae.fr, 2010).



Figure 10: *Myzus persicae*
(www.inrae.fr, 2010).



Figure 11: *Aphis solani* (www.inrae.fr, 2010).



Figure 12: *Rhopalosiphonius latysiphon*
(www.inrae.fr, 2010).



Figure 13: *Aphis fabae* (www.inrae.fr, 2010).



Figure 14: *Aulacorthum circumflexum*
(www.inrae.fr, 2010).



Figure 15: *Aphis gossypii* (www.inrae.fr, 2010).

1.4. Les Ennemis naturels des pucerons

1.4.1. Prédateurs

Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils appartiennent des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (Deguine et Leclant, 1997).

Les prédateurs de pucerons les plus connus appartiennent à la famille des Coccinellidae. Plusieurs espèces ont fait l'objet de nombreux travaux : *Adalia bipunctata* (Linné, 1758; Fig. 16), *Coccinella algerica* (Kovar, 1977; Fig. 17) (Sahraoui et Gouneau, 1998), *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842; Fig. 18), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773; Fig. 19) (Ben Halima et Ben Hamouda, 2003), *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758; Fig. 24) (Nalepa et Kennedy, 2001; Chapell et al., 2004; Frechette et Hemptinne, 2004; Zhu et al., 2006). Pour les punaises, famille des Anthrocorides et Mirides on note essentiellement trois espèces des genres *Dicyphus* (Fieber, 1858; Fig. 26), *Orius* (Wolff, 1811; Fig. 25) et de l'espèce *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839; Fig. 20) (Ohta, 2001; Waterhouse et Sands, 2001 et Ceglarska, 2004).

Dans la famille des Cecidomyidae (Diptères), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani, 1847; Fig. 21) est considérée comme étant la plus efficace. Parmi les espèces de la famille des Syrphidae, on note *Sphaerophoria* (Le Peletier et Serville, 1828; Fig. 22) et dans celle des Chrysopidae il y a *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836; Fig. 23) (2004; Godfrey et al., 2000; Ben Halima et Ben Hamouda, 2005).



Figure 16: *Adalia bipunctata*
(www.inrae.fr, 2011).



Figure 17: *Coccinella algerica*
(www.galerie-insecte.org, 2008).



Figure 18: *Harmonia axyridis*
(www.inrae.fr, 2011).



Figure 19: *Hippodamia convergens*
(www.entomologytoday.org, 2019).



Figure 20: *Macrolophus pygmaeus*
(www.influentialpoints.com, 2013).



Figure 21: *Aphidoletes aphidimyza*
(www.inrae.fr, 2011).

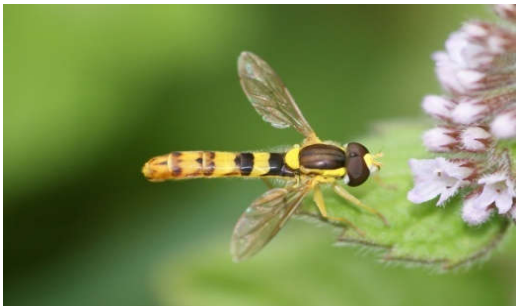


Figure 22: *Sphaerophoria*
(www.quelestcetanimal-lagalerie.com, 2011).



Figure 23: *Chrysoperlla carnea*
(www.bio-scene.org, 2007).



Figure 24: *Propylaea quatuordecimpunctata*
(www.influentialpoints.com, 2011).

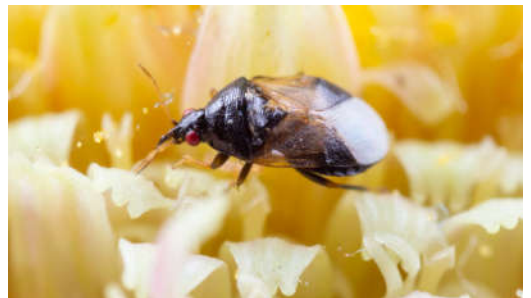


Figure 25: *Orius* (www.bioplanet.eu, 2014).



Figure 26: *Miridae sp*
(www.entomofaune.qc.ca, 2006).

1.4.2. Parasitoïdes

Ce terme a été introduit par Reuter (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort (Robert, 2010). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999). Parmi ces insectes qui parasitent les pucerons de la pomme de terre, il y a *Aphidius matricariae* (Haliday, 1834; Fig 27) contre *A. gossypii* et *M. persicae*. Il en ressort une capacité de régulation des populations sous serres (Ben Halima, 2010; Ben Halima, 2011). Comme aussi *Aphidus ervi* (Haliday, 1834; Fig 28). *A. matricariae* et *Aphidus colemani* (Viereck, 1912; Fig 29) contre *A. gossypii* (Guenaoui, 1988; Guenaoui, 1993). Une femelle d'*A.ervi* peut parasiter 100 à 200 pucerons en 7 jours. Le développement d'*Aphidius sp.* est optimum aux alentours de 15°C. Il n'est pas sensible à l'humidité, *A. ervi* parasite principalement *Macrosiphum euphorbiae* (Nessil et Zekaik, 2018).



Figure 27: *Aphidius matricariae*
(www6.inrae.fr, 2011).



Figure 28: *Aphidus ervi* (www6.inrae.fr, 2011).



La figure suivante présente le mode de vie des parasitoïdes sur les pucerons :

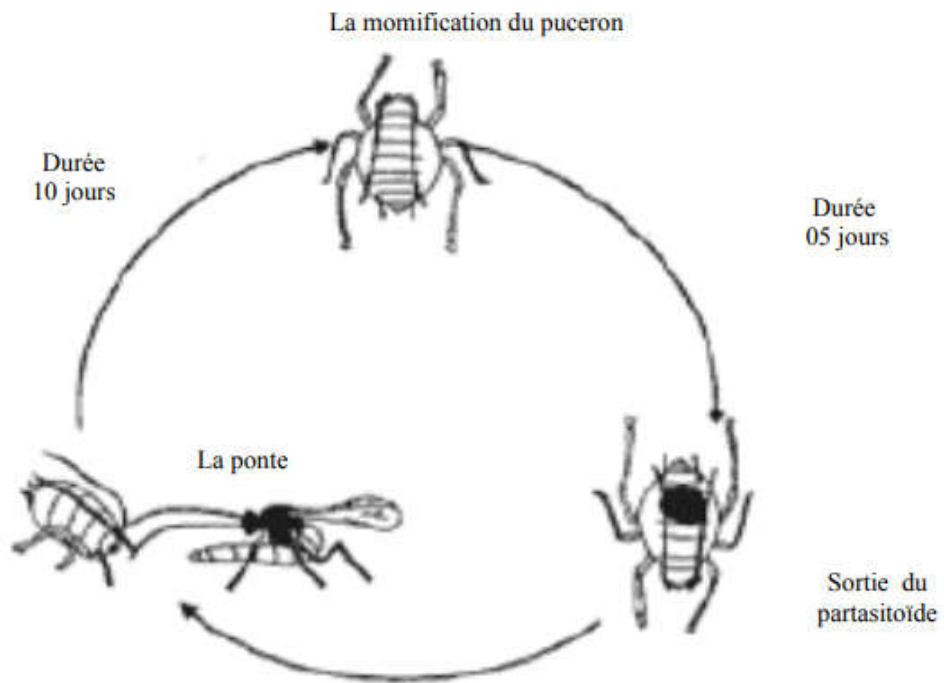


Figure 30: Le parasitisme des pucerons (Sekkat, 2007).

Chapitre 02

Matériels et méthodes

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter une synthèse des travaux de recherche menées entre 2013 et 2017 dans différentes zones de la Wilaya de Djelfa. Les matériels et méthodes utilisés au cours des années d'études avaient pour objectif d'inventorier les différentes espèces de pucerons de la pomme de terre ainsi que leurs ennemis naturels. Cette étude qui couvre la majorité des zones productrices de pomme de terre dans la Wilaya offrira aux chercheurs et aux agriculteurs de la région une identification précise des espèces présentes sur la culture pour mieux faciliter leurs interventions pour combattre convenablement ces ravageurs en se favorisant les méthodes biologiques.

Dans cette partie du travail chaque site étudié est géographiquement localisé. Le matériel et la méthode d'échantillonnage des insectes ainsi que de leur élevage en laboratoire sont similaires dans les différentes parcelles expérimentales. L'identification des espèces repose sur des clés de caractérisation morphologique pour chaque espèce récoltée. Pour une comparaison entre l'abondance ou la fréquence de chaque espèce récoltée, nous avons réalisé une évaluation globale pour l'ensemble des sites.

3.1. Choix des sites étudiés

09 parcelles expérimentales ont été retenues pour l'inventaire des pucerons et de leurs ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes). Le choix des parcelles expérimentales qui ont fait l'objet de notre étude est basé sur les critères suivants :

- L'importance de la culture de pomme de terre de la zone.
- La répartition presque équitable des sites par rapport au chef lieu de la Wilaya (Fig 31).
- La présence des pucerons et des auxiliaires sur la culture.
- L'accessibilité des parcelles.
- La richesse floristique des sites.
- L'absence (supposée) de traitements chimiques contre les pucerons.

3.2. Localisation géographique des sites

06 Communes ont été visitées pour le choix des sites expérimentaux (Tab 05). Il s'agit de Moudjbara, Dar Echioukh, Djelfa, Béline, Ain Elbel et Had Sahari. Dans chaque Commune nous avons retenu 01 ou 02 parcelles en fonction des critères adoptés pour la sélection des sites.



Figure 31: Situation géographique et administrative des 06 Communes visitées (<https://d-maps.com>), 2009).

Tableau 05: Localisation géographique des différentes parcelles expérimentales (sites) réparties à travers la Wilaya de Djelfa.

Année d'étude	Commune	Lieu-dit	Coordonnées géographiques	Altitude (m)	Orientation par rapport au chef lieu de Wilaya
2013	Moudjbara	01- Maalba	34°33'34.8"N 3°26'12.4"E	1164	Est
2014	Dar Echioukh	02- Elmerdja	34°55'14"N 3°29'44"E	1087	Nord-est
2015	Moudjbara	03- Kheneg	34°32'51.3"N 3°32'10.9"E	1110	Est
2016	Djelfa	04-Rous Layoun	34°38'18.2"N 3°15'28.4"E	1155	Centre
	Bérine	05- Bentaka	35°36'08.4"N 3°19'04.2"E	688	Nord-est
2017	Ain El Ibel	06- Djnèn Elarar	34°21'47.9"N 3°16'13.3"E	1049	Sud-est
		07- Dzira	34°23'17.8"N 3°14'34.6"E	1085	Sud
	Djelfa	08-Rouss Laayoun	34°38'18.2"N 3°15'28.4"E	1155	Centre
	Had Sahari	09- Bichia	35°25'46.7"N 3°25'12.6"E	848	Nord-est

3.3. Méthodologie d'échantillonnage des insectes

Pour l'étude de la biodiversité des pucerons et des auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) dans la culture, nous avons pris au hasard des échantillons sur des plantes infectées (feuilles fleurs, tiges). Une seule méthode d'échantillonnage a été réalisée. Il s'agit d'une récolte par un aspirateur buccal, à l'aide d'un pinceau très fin ou par prélèvement directe des parties infestées par les pucerons, les prédateurs ou les parasitoïdes.

L'échantillonnage des pucerons a été fait par le prélèvement d'individus sur les différentes strates herbacées (Haut, milieu et bas). Cette méthode d'échantillonnage se base sur des prélèvements bien répartis sur la surface de la parcelle en respectant une distance identique entre les lignes et les plants prospectés et en évitant les plants se trouvant dans des parties adjacentes à d'autres parcelles de cultures maraichères ou de vergers arboricoles (Guenaoui.com.pers., 2013).

Les échantillons ont été mis dans des boîtes ou tubes étiquetés (date, lieu, plante hôte, espèce) et acheminés immédiatement au laboratoire. Les insectes morts sont conservés pour une identification

ultérieure, ceux vivants sont élevés sur des plants de pomme de terre dans des cages d'élevage (80cm /40cm/40cm) présentées dans la figure (32). L'échantillonnage a été réalisé hebdomadairement, durant tout le cycle de la culture, afin de prendre le plus grand nombre possible d'insectes.

L'infestation artificielle des plants de pomme de terre au laboratoire (cages) se faisait périodiquement après chaque sortie sur terrain en respectant l'emplacement des individus dans la cage correspondante pour chaque espèce de puceron.



Figure 32: Cages d'élevage, laboratoire de la faculté SNV ; Université de Djelfa (juin2014).

3.4. Matériel végétal

La variété de pomme de terre utilisée lors des expérimentations est Désirée, car c'est la même variété utilisée par les exploitants dans les parcelles expérimentales, en plus c'est la plus utilisée en production dans la région de Djelfa (D.S.A., 2013).

Les tubercules ont été semés dans des pots de 20 cm de diamètre. L'irrigation, le binage et le désherbage manuel sont assurés selon les besoins de la plante. L'infestation artificielle des plants de pomme de terre dans les cages d'élevage par les pucerons récoltés a provoqué des attaques considérables sur la partie aérienne des plantes.

3.5. Identification des insectes récoltés

3.5.1. Pucerons

Laclant a établi une clé d'identification des pucerons se basant sur l'apparence des pucerons aptères et ailés (Leclant, 1978 ; Leclant 1999). D'autres clés ont précisé les principaux caractères morphologiques des espèces de puceron (Turpeau *et al.*, 1999 ; Eastop et Blackman, 2005 ; Fraval, 2006 ; Piffaretti, 2012 ; Hullé *et al.*, 2019). Les traits de différenciation se portent généralement sur :

- La pigmentation et l'ornementation de l'abdomen
- La forme, la couleur et la longueur du corps ;
- La forme du front et des tubercules frontaux ;
- La forme et la longueur des antennes ;
- La forme et le nombre des articles antennaire ;
- Le nombre des sensorias primaires et secondaires sur les antennes ;
- La nervation des ailes spécialement la nervure médiane et la bifurcation ;
- La forme et la longueur des crnicules ;
- La forme de la queue et le nombre des soies caudales ;
- La présence de tache et de plaque de cire.

3.5.2. Prédateurs

Pour l'identification des espèces prédatrices de pucerons, plusieurs clés ont été consultées ;

- Pour les coccinelles, il y a Iablokoff-Khznorian (1982), Nedved et Kovar (2012).
- Concernant les chrysopes, ce sont celles de Bessin (2019) et de Koczor *et al.*, (2019).
- Pour les punaises prédatrices, les auteurs suivant ont proposé des clés très précises : Martinez-Cascales *et al.*, 2006 Castañé *et al.*, 2012 ; Sohrabi et Hosseini, 2015 ; Pineda *et al.*, 2017).
- Pour les Syrphes, les Cécidomyies et les Forficules, c'est au niveau du site de l'INRA de Rennes que notre responsable d'encadrement (M. Bensaad) a pu obtenir les informations utiles lors d'un stage de formation. Quelques espèces ont été également identifiées au niveau de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'El-Harrach (Alger) avec l'aide de la professeure Guerzou (Université de Djelfa).

3.5.3. Parasitoïdes

Les espèces de parasitoïdes sont identifiables grâce aux caractères morphologiques suivant : coloration de l'individu, nervation des ailes, présence ou pas de soies sur les ailes, forme du stigma, forme du premier tergite abdominal (pétiole), forme du propodeum, forme et nombre d'articles antennaires. Selon Stary *et al.* (2010) ; Tomanović *et al.* (2003) ; Rakhshani *et al.* (2012), l'identification

nécessite l'observation microscopique de certains caractères, en particulier, les soies sur le flagellum, le nombre de placodes et la forme de l'ovipositeur.

Une identification plus précise a été réalisée par biologie moléculaire au niveau de l'I.N.R.A. du Rheu-France et de l'AgroCapmus Ouest de l'Université de Rennes 01.

3.6. Abondance relatives des espèces inventoriées

La fréquence est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus (N) toute espèces confondues (DAJOZ, 1971).

$$F = ni \times 100 / N$$

- **F** : fréquence centésimal.
- **ni** : le nombre d'individus d'une espèce.
- **N** : le nombre total des individus.

Chapitre 03

Résultats et discussions

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'analyse et la discussion des résultats de l'inventaire des prédateurs et des parasitoïdes récoltés de 2013 à 2017 sur les 09 stations expérimentales.

3.3. Inventaire des pucerons

3.3.1. Identification et présence des espèces de pucerons

Dans le tableau suivant, nous présentons les différentes espèces de pucerons inventoriées durant 05 saisons de culture de pomme de terre dans les parcelles expérimentales à travers la région de Djelfa.

Tableau 06: Liste globale des espèces de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017.

Ordre	Famille	Espèce	Abréviation
Hemiptera	Aphididae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	<i>Me</i>
		<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ag</i>
		<i>Mysus persicea</i>	<i>Mp</i>
		<i>Aphis fabae</i>	<i>Af</i>
		<i>Aphis nasturtii</i>	<i>An</i>
		<i>Hyalopterus amygdale</i>	<i>Ha</i>

L'inventaire des pucerons a révélé l'existence de 06 espèces récoltées à travers la région de Djelfa pendant une durée de cinq années successives. Il s'agit de *Macrosiphum euphorbiae* (Fig. 33); *Aphis gossypii* (Fig. 34); *Mysus persicea* (Fig. 35); *Aphis fabae* (Fig. 36); *Aphis nasturtii* (Fig. 37) et *Hyalopterus amygdale* (Fig. 38). La dernière espèce est connue comme un ravageur des arbres fruitiers à noyau (Ben Halima et Ben Hamouda, 2005). Elle a été trouvée seulement dans la Commune de Dar Echioukh. Benramdane (2015) a trouvé sur 03 variétés de pomme de terre (Spunta, Désirée et Fabula) les espèces de pucerons suivantes : *A. nasturtii*, *Aulacorthum solani*, *M. euphorbiae*, *M. persicae* et *A. fabae* dans la région El Harrach Wilaya d'Alger.

Selon Mircea (2007), les 02 espèces *M. persicae* et *M. euphorbiae* ont été récoltées au Canada en plus de l'espèce *A. solani* (Marys, 1999).

Les figures suivantes montrent les espèces de puceron et inventoriées dans les différents sites visités entre 2013 et 2017 et identifiées au niveau des laboratoires SNV, Université de Djelfa:



Figure 33 : Femelle adulte déposant des larves de *M. euphorbiae* (Lefras, 2014)



Figure 34 : Adultes et larves d'*A. gossypii* (Lefras, 2014).



Figure 35 : Adulte de *M. persicae* (Lefras, 2014)



Figure 36 : Adulte d'*A. fabae* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 37 : Adulte et larves d'*A. nasturtii* (Mohad et Megrani, 2017)



Figure 38 : Adulte de *H. amygdali* (Yahiaoui, 2014).

Dans le tableau 07 sont mentionnées les espèces de pucerons en fonction de la parcelle expérimentale durant la période d'étude (2013-2017) :

Tableau 07: Présence des espèces de pucerons inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017.

Année d'étude	Site	Espèce de pucerons					
		<i>Me</i>	<i>Ag</i>	<i>Mp</i>	<i>Af</i>	<i>An</i>	<i>Ha</i>
2013	01- Maalba	+	+	-	-	-	-
2014	02- Elmerdja	+	+	+	+	-	+
2015	03- Kheneg	-	-	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	+	+	+	-	-	-
	05- Bentaka	-	-	-	-	-	-
2017	06- Djnèn Elarar	-	+	+	-	-	-
	07- Dzira	-	+	+	+	-	-
	08-Rous Layoun	-	-	+	+	-	-
	09- Bichia	-	+	+	-	+	-

(+ : présence ; - absence)

D'après le tableau ci-dessus, on remarque que les trois espèces (*A. gossypii*, *M. euphorbiae* et *M. persicae*) présentes dans la majorité des stations expérimentales, *H. amygdale* et *A. nasturtii* sont présentes seulement et respectivement dans les 02 stations Elmerdja et Bichia. Concernant la station Bentaka aucune espèce de puceron n'a été récoltée car les exploitants utilisaient de traitements phytosanitaires à l'insu des réalisateurs de cet inventaire. La station la plus riche en espèces pucerons (05 espèces) est la parcelle d'El Merdja (Commune de Dar Chioukh) donc on peut considérer que ce site comporte certaines conditions favorable au développement des ces ravageurs.

3.3.2. Abondance relative des pucerons

Le tableau 08 montre l'abondance relative des différentes espèces de puceron récoltées à travers la région de Djelfa entre 2013 et 2017.

Tableau 08: Les fréquences des espèces pucerons récoltées

Année d'étude	Site	Fréquences (%) des espèces de pucerons					
		<i>Af</i>	<i>Ag</i>	<i>Ha</i>	<i>Me</i>	<i>Mp</i>	<i>An</i>
2013	01- Maalba	-	58,82	-	27,45	-	-
2014	02- Elmerdja	9,82	49,55	1,17	20,36	19,10	-
2015	03- Kheneg	-	-	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	-	15,05	-	50,53	34,40	-
	05- Bentaka	-	-	-	-	-	-
2017	06- Djnèn Elarar	-	87,50	-	-	12,50	-
	07- Dzira	-	79,18	-	-	20,82	-
	08-Rous Layoun	36,18	19,11	-	-	44,72	-
	09- Bichia	-	16,67	-	-	26,67	56,67

(- : Absence)

Dans le site El Merdja (2014), selon les études de Yahiaoui (2014), l'espèce dominante est *A. gossypii* avec fréquence 49.55 % elle suivie par *M. euphorbiae* avec la fréquence 20,36 %. En suite *M. persicae* avec la fréquence 19.10%, l'espèce *A. fabae* présent avec 9.82% et finalement l'espèce de *Hyalopterus* la plus moins avec 1.17%.

En 2015, selon les études de Benlabiad et Bouadjadja réalisées dans le site de Kheng (Commune de Moudjbara), aucune espèce de puceron n'a été échantillonnée sur terrain car l'exploitant a réalisé des traitements chimiques à notre insu.

Selon les études de Allek (2016) dans le site de Rous Layoun (Commune de Djelfa), l'espèce dominante est *M. euphorbiae* avec la fréquence 50.53%, suivie par *M. persicae* avec 34.40% et finalement *A. gossypii* est l'espèce la plus moins représentée avec 15.05%.

Selon l'échantillonnage réalisé par Kouili et Benderreh en 2016 dans le site de Bentaka (Commune de Bérine), aucune espèce de puceron n'a été récoltée dans les deux parcelles expérimentales faute des applications d'insecticides réalisées par des ouvriers qui n'ont pas été informés de notre protocole expérimental excluant tout traitement chimique contre les pucerons.

Durant la dernière année d'inventaire (2017), Nessli et Zekaik ont obtenu les résultats suivants : Dans le site de Djnèn Elarar ; 02 espèces de puceron trouvées ; L'espèce dominante est *A. gossypii* (87.50%) et *M. persicae* avec une fréquence 12.50%. Dans le site Dzira ; les mêmes espèces ont été récoltées avec les fréquences 79.18% et 20.80% respectivement. Dans le dernier site visité pour cette année (Rous Layoun) l'espèce dominante est *M. persicae* (44.72%), suivie par *A. fabae* (36.18%) et enfin *A. gossypii* avec 19.11%.

Dans la même année, sur un autre site de la Commune de Had Sahary (Bichia), les études de Megrani et Mohad ont montré que le puceron *A. nasturtii* comptabilise la fréquence la plus élevée avec 56.67%. Elle est suivie par *M. persicae* et *A. gossypii* représentant respectivement 26.67% et 16.67%.

3.4. Inventaire des prédateurs

3.4.1. Identification et présence des espèces prédatrices de pucerons

Le tableau suivant présente toutes les espèces d'ennemis naturels des pucerons inventoriées à travers la région de Djelfa durant la période de 05 années d'inventaire.

Tableau 09: Liste globale des espèces prédatrices de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017.

Ordre	Famille	Espèce	Abréviation
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	<i>Cs</i>
		<i>Coccinella algerica</i>	<i>Ca</i>
		<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i>	<i>Hv</i>
		<i>Hippodamia tridecimpunctata</i>	<i>Ht</i>
		<i>Coccinella undecimpunctata</i>	<i>Cu</i>
		<i>Coccinella novemnotata</i>	<i>Cn</i>
		<i>Scymnus sp</i>	<i>Sc</i>
		<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	<i>Pv</i>
	Carabidae	<i>Cicindelidae sp</i>	<i>Cic</i>
		<i>Carabus sp</i>	<i>Car</i>
Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Cca</i>
Heteroptera	Miridae	<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>Mpy</i>
		<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>Ntn</i>
		<i>Dicyphus sp</i>	<i>Dcy</i>
	Nabidae	<i>Nabidae sp</i>	<i>Nab</i>

	Anthocoridae	<i>Orius sp</i>	<i>Ori</i>
Diptera	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocorius apterus</i>	<i>Pap</i>
	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i>	<i>Ebl</i>
		<i>Sphaerophoria scripta</i>	<i>Ssc</i>
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	<i>Far</i>

Pour une meilleure présentation des espèces prédatrices appartenant aux différents ordres, nous avons opté à diviser ces espèces d'auxiliaires à plusieurs catégories ;

- Catégorie 01 : Coccinelles
- Catégorie 02 : Chrysopes et punaises
- Catégorie 03 : Autres espèces prédatrices.

3.4.1.1. Catégorie 01 : Coccinelles

Les espèces de coccinelles inventoriées dans chaque parcelle expérimentale sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10: Présence des espèces de coccinelles inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017.

Année d'étude	Site	Espèce de coccinelles						
		<i>Cs</i>	<i>Ca</i>	<i>Hv</i>	<i>Ht</i>	<i>Cu</i>	<i>Cn</i>	<i>Pv</i>
2013	01- Maalba	+	-	-	-	+	-	-
2014	02- Elmerdja	+	+	+	+	-	-	-
2015	03- Kheneg	-	+	+	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	+	-	+	+	+	-	+
	05- Bentaka	+	-	-	-	+	+	-
2017	06- Djnèn Elarar	+	-	-	+	-	-	+
	07- Dzira	+	-	-	+	-	-	-
	08-Rous Layoun	+	-	-	-	-	-	-
	09- Bichia	+	-	-	-	-	-	-

(+ : présence ; - absence)

D'après le tableau 10, dans les 09 stations expérimentales il ya 07 espèces coccinelles appartenant à 02 familles (Coccinellidae et Carabidae), l'espèce *C. septempunctata* (Fig. 39) est la plus fréquente dans toutes les stations. *C. algerica* (Fig. 40) et *H. variegata* (Fig. 41) sont présentes que dans 02 sites (Elmerdja et Kheneg). Les 02 espèces *H. tridecimpunctata* (Fig. 42) et *C. undecimpunctata* (Fig. 43) représentées dans seulement 2 et 3 sites respectivement. Les coccinelles *C. novemnotata* (Fig. 44) et *P. vigintiduopunctata* (Fig. 45) sont présentent uniquement dans une seule station chacune qui sont

respectivement Rous Layoun 2016 et Djnèn Elarar. Dans la station Rous Layoun (2016), seulement 02 espèces sur 07 sont absentes qui sont : *C. algerica* et *C. novemnotata*.

La majorité des coccinelles sont actives entre le mois de mai et juillet, c'est aussi la période de multiplication (reproduction) de toutes les coccinelles (Saharaoui, 1994), ce qui correspond à la période d'échantillonnage réalisée dans notre région (Djelfa). La durée du cycle dépend des conditions climatiques (température, humidité relative et photopériode) et l'abondance de la nourriture, chez la plupart des coccinelles, elle est d'un mois environ (Iperti, 1986). D'après Saharaoui et *al.* (2001), en Algérie les coccinelles aphidiphages ne renferment pas moins de 25 espèces repartis en 4 sous-familles.



Figure 39: Adulte de *C. septempunctata* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 40: Adulte de *C. algerica* (Yahiaou, 2014).



Figure 41: Adulte de *H. variegata* (Yahiaou, 2014).



Figure 42: Adulte de *H. tredecimpunctata* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 43 : Adulte de *H. undervimpunctata* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 44 : Adulte de *C .novemnotata* (Kouili et Benderah, 2016).



Figure 45 : Adulte de *P. vigintidupunctata* (Nessil et Zekaik, 2017).

3.4.1.2. Catégorie 02 : Chrysopes et punaises

Dans le tableau suivant, nous allons présenter toutes les espèces de chrysopes et de punaises prédatrices de pucerons de la pomme de terre dans la région de Djelfa (2013-2017).

Tableau 11: Présence des espèces de chrysopes et de punaises inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017.

Année d'étude	Site	Espèce de chrysopes et de punaises					
		<i>Cca</i>	<i>Mpy</i>	<i>Ntn</i>	<i>Dcy</i>	<i>Nab</i>	<i>Ori</i>
2013	01- Maalba	-	-	-	-	-	-
2014	02- Elmerdja	+	+	-	+	-	-
2015	03- Kheneg	+	+	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	+	+	+	-	+	-
	05- Bentaka	+	-	-	-	-	+
2017	06- Djnèn Elarar	+	+	+	-	-	-
	07- Dzira	+	+	+	+	-	-
	08-Rous Layoun	+	-	+	+	-	-
	09- Bichia	+	-	+	+	-	-

(+ : présence ; - absence)

D'après le tableau, dans les 09 stations il y a une seule espèce de chrysopes représentée par *C. carnea* (Fig. 46) qui est absente que dans le site de Maalba et 05 espèces de punaises prédatrices qui sont : *M. pygmaeus* (Fig. 47), *N. tenius* (Fig. 48), *Dicyphus* sp. (Fig. 49) appartenant à la famille des Miridae ; l'espèce *Nabidae* sp. (Fig. 50) de la famille des Nabidae et enfin l'espèce *P. apterus* (Fig. 51) des Anthocoridae. Ces 02 dernières punaises sont présentes que dans une station chacune qui sont respectivement Rous Layoun er Bentaka durant l'année d'étude 2016. Les 03 premières punaises sont moyennement présentes dans les différentes parcelles expérimentales.



Figure 46 : Adulte de *C. carnea* (Mohad et Megrani, 2017).



Figure 47: Adulte de *M. Pygmaeus* (Yahiaoui, 2014).



Figure 48 : Adultes de *N. tenius* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 49: Adultes de *Dicyphus* sp. (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 50: Adultes de *Nabidae* sp. (Allek, 2016).



Figure 51: Adulte de *P. apterus* (Kouili et Benderah, 2016).

3.4.1.3. Catégorie 03 : Autres espèces prédatrices

Autres espèces prédatrices de pucerons ont été inventoriées dans les parcelles expérimentales. Leur présence en fonction de l'année d'étude est montrée dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Présence des espèces de chrysopes et de punaises inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017.

Année d'étude	Site	Autres espèce prédatrices de pucerons				
		<i>Ebl</i>	<i>Ssc</i>	<i>Far</i>	<i>Cic</i>	<i>Car</i>
2013	01- Maalba	-	-	-	-	-
2014	02- Elmerdja	+	-	-	-	-
2015	03- Kheneg	-	-	+	-	-
2016	04-Rous Layoun	+	-	+	-	-
	05- Bentaka	+	+	+	+	+
2017	06- Djnèn Elarar	-	-	-	-	-
	07- Dzira	-	-	-	-	-
	08-Rouss Laayoun	-	-	-	-	-
	09- Bichia	-	-	-	-	-

(+ : présence ; - absence)

D'après le tableau 12, on a enregistré 05 espèces capturées au niveau de la zone d'étude mais seulement dans 04 stations. L'espèce de syrpe *E. balteatus* (Fig. 52) a été capturée dans 03 stations (Elmerdja, Rous Layoun 2016 et Bentaka). L'autre espèce de Diptère *S. scripta* (fig. 53) a été récoltée à Bentaka. Comme c'est le cas pour les 02 Carabidae ; *Cicindelidae* sp. (Fig. 54) et *Carabus* sp. (Fig. 55). La forficule *F. auricularia* (Fig. 56) est présente dans 03 stations expérimentales qui sont : Kheneg, Rous Layoun 2016 et Bentaka.



Figure 52: Adulte d'*E. balteatus* (Kouili et Benderah, 2016).



Figure 53: Adulte de *S. scripta* (Kouili et Benderah, 2016).



Figure 54 : Adulte de *C. cicindela* (Kouili et Benderah, 2016).



Figure 55: Adulte de *C. granulatus* (Kouili et Benderah, 2016).



Figure 56 : Adulte de *F. auricularia* (Kouili et Benderah, 2016).

3.4.2. Abondance relatives des prédateurs

3.4.2.1. Catégorie 01 : Coccinelles

4. Tableau 13: Les fréquences des espèces Coccinelles

Année d'étude	Site	Fréquences (%) des espèces de Coccinelles						
		<i>Cs</i>	<i>Ca</i>	<i>Hv</i>	<i>Ht</i>	<i>Cu</i>	<i>Cn</i>	<i>Pv</i>
2013	01- Maalba	65,28	-	-	-	34,72	-	-
2014	02- Elmerdja	62,24	7,14	10,71	19,90	-	-	-
2015	03- Kheneg	-	8	16	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	36,36	-	27,27	9,09	9,09	-	18,18
	05- Bentaka	57,14	-	-	9,52	9,52	23,81	-
2017	06- Djnèn Elarar	97,22	-	-	2,78	-	-	4,55
	07- Dzira	100	-	-	4,35	-	-	-
	08-Rous Layoun	88,64	-	-	-	-	-	-
	09- Bichia	46,53	-	-	-	-	-	-

(- : Absence)

Selon les études menées dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017, la coccinelle *C. septempunctata* est l'espèce dominante dans sa catégorie dans toutes les stations expérimentales à l'exception du Kheneg où elle est absente. L'espèce *C. novemnotata* est la moins présente, elle est capturée que dans le site de Bentaka avec 23.81% de fréquence. Les sites Elmerdja et Bentaka sont les plus riches coccinelles avec 4 espèces chacune. Rous Layoun et Bichia sont les plus pauvres en espèces avec seulement *C. septempunctata*. Les espèces *C. algerica*, *H. tredecimpunctata*, *C. undecimpunctata* sont les moins capturées avec un pourcentage d'au moins de 10% dans la plupart des cas.

3.2.2.2. Catégorie 02 : Chrysopes et punaises

Tableau 134: Les fréquences des espèces chrysopes et punaises récoltées

Année d'étude	Site	Fréquences (%) des espèces de Chrysopes et punaises					
		<i>Cca</i>	<i>Mpy</i>	<i>Ntn</i>	<i>Dcy</i>	<i>Nab</i>	<i>Ori</i>
2013	01- Maalba	-	-	-	-	-	-
2014	02- Elmerdja	70,73	15,85	-	13,41	-	-
2015	03- Kheneg	60	40	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	15,71	15,85	21,43	-	34,29	-
	05- Bentaka	25	-	-	-	-	50
2017	06- Djnèn Elarar	4,29	15,71	80	-	-	-
	07- Dzira	34,69	14,29	22,45	28,57	-	-
	08-Rous Layoun	28,38	-	36,49	35,14	-	-
	09- Bichia	5,13	-	43,59	51,28	-	-

(- : Absence)

Selon l'inventaire global réalisé dans la région de Djelfa, le site Maalba ne contient aucune espèce prédatrice durant la saison 2013 (printemps). La chrysope *C. carnea* est présente dans toutes les parcelles de pomme de terre. Elle constitue avec les punaises *N. tenius*, *Dicyphus* sp. et *M. pygmaeus* les prédateurs les plus abondants après les coccinelles avec des fréquences moyennes qui varient entre 13 et 51%. Les autres espèces de punaises sont présentes très faiblement dans 2 sites seulement.

3.2.2.3. Catégorie 03 : Autres espèces prédatrices

Tableau 15: Les fréquences des restes espèces prédatrices

Année d'étude	Site	Fréquences (%) des autres espèces prédatrices				
		<i>Ebl</i>	<i>SSc</i>	<i>Far</i>	<i>Cic</i>	<i>Car</i>
2013	01- Maalba	100	-	-	-	-
2014	02- Elmerdja	51,11	-	48,89	-	-
2015	03- Kheneg	-	-	100	-	-
2016	04-Rous Layoun	53,33	-	46,67	-	-
	05- Bentaka	26,92	15,38	3,85	50	3,85
2017	06- Djnèn Elarar	-	-	-	-	-
	07- Dzira	-	-	100	-	-
	08-Rous Layoun	13,51	-	86,49	-	-
	09- Bichia	-	-	100	-	-

(- : Absence)

La forficule *F. auricularia* est l'espèce la plus abondante avec des fréquences pouvant atteindre 100% (Dzaira et Bichia). Le syrphé *E. balteatus* est en 2ème position présente dans 5 sites sur 9 avec

100% d'abondance relative à Maalba. Les 02 carabides *Cicindelidae sp.* et *Carabus sp.* sont les espèces les moins capturées dans la région avec respectivement 50% et 3.85% seulement dans le site Bentaka.

3.3. Inventaire des parasitoïdes

3.3.2. Identification et présence des espèces de parasitoïdes de pucerons

Les parasitoïdes de pucerons récoltés à partir de momies sur pomme de terre ont été identifiés et présentés dans le tableau suivant :

Tableau 16: Liste globale des espèces de parasitoïdes de pucerons inventoriées sur la culture de pomme de terre dans la région de Djelfa entre 2013 et 2017.

Ordre	Type de parasitisme	Famille	Espèce	Abréviation
Hymenoptera	Primaire	Braconidae	<i>Aphidius ervi</i>	<i>Aer</i>
			<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	<i>Arh</i>
			<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Amt</i>
			<i>Lysiphlebus fabarum</i>	<i>Lfb</i>
			<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Lts</i>
	Secondaire	Megaspilidae	<i>Dendrocerus spp</i>	<i>Dndr</i>

Les parasitoïdes qui ont émergé des momies récoltées au niveau des sites prospectés, ont été identifiés sur la base de leurs caractéristiques morphologiques en collaboration avec Bernard Chaubet (AgroCampus Ouest-Rennes).

A partir de cette liste globale, nous avons présenté les différentes espèces de parasitoïdes récoltées sur les pucerons en fonction des sites expérimentaux et de l'année d'étude. D'après le tableau 13, 05 espèces de parasitoïdes primaires ont été récoltées. Il s'agit de : *A. ervi* (Fig. 57), *Aphidius rhopalosiphi* (Fig. 58), *A. matricariae* (Fig. 59), *L. fabarum* (Fig. 60) et *L. testaceipes* (Fig. 61). Un seul parasitoïde secondaire a été capturé sur une momie du puceron *A. gossypii*. Il appartient à la famille des Megaspilidae, son nom est *Dendrocerus spp.* (Fig. 62).

Tableau 17: Présence des espèces de parasitoïdes inventoriées dans chaque site expérimental entre 2013 et 2017.

Année d'étude	Site	Espèces de parasitoïdes					
		Parasitoïde primaire					Parasitoïde secondaire
		<i>Aer</i>	<i>Arh</i>	<i>Amt</i>	<i>Lcf</i>	<i>Lts</i>	<i>Dndr</i>
2013	01- Maalba	+	+	+	-	+	-
2014	02- Elmerdja	+	-	+	+	+	+
2015	03- Kheneg	+	-	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	-	-	-	-	-	-
	05- Bentaka	-	-	+	-	-	-
2017	06- Djnèn Elarar	+	-	-	-	-	-
	07- Dzira	+	-	+	-	+	-
	08-Rous Layoun	-	-	+	-	+	-
	09- Bichia	+	+	+	-	+	-

(+ : présence ; - absence)

Le site Elmerdja reste le plus riche en espèces d'insectes. La majorité des espèces de parasitoïdes y sont recensées. Aucune espèce n'a été retrouvée à Rous Layoun 2016. Et le 02 sites Kheneg et Kheneg sont uniquement représentés par l'espèce *A. ervi*.



Figure 57 : Mâle d'*A. ervi* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 58 : Mâle d'*A. rhopalosiphi* (Yahiaoui, 2014).



Figure 59 : Mâle d'*A. matricariae* sorti d'une momie de *M. persicea* (Nessil et Zekaik, 2017).



Figure 60 : Adulte d'*A. fabarum* (Yahiaoui, 2014).



Figure 61 : Adulte d'*A. testaceipes* (Yahiaoui, 2014).



Fig. 62 : Adulte de l'hyperparasitoïde *Dendrocerus* spp. (Yahiaoui, 2014).

3.3.3. Abondance relative des parasitoïdes

Tableau 18 : Les fréquences des restes espèces de parastoïdes

Année d'étude	Site	Fréquences (%) des espèces de parasitoïdes					
		Parasitoïde primaire					Parasitoïde secondaire
		<i>Aer</i>	<i>Arh</i>	<i>Amt</i>	<i>Lcf</i>	<i>Lts</i>	<i>Dndr</i>
2013	01- Maalba	11,61	0,65	10,32	-	67,74	-
2014	02- Elmerdja	18,18	-	33,33	5,81	42,42	100
2015	03- Kheneg	-	-	-	-	-	-
2016	04-Rous Layoun	-	-	-	-	-	-
	05- Bentaka	-	-	100	-	-	-
2017	06- Djnèn Elarar	100	-	-	-	-	-
	07- Dzira	38,46	-	7,69	-	53,85	-
	08-Rous Layoun	-	-	20	-	80	-
	09- Bichia	28,76	0,05	26,27	-	29,02	-

(- : absence)

D'après l'inventaire global des parasitoïdes dans le tableau 14, les 02 espèces primaires *L. testaceipes* et *A. matricariae* sont les plus fréquemment rencontrés dans la plupart des sites. *L. testaceipes* est l'espèce dominante avec des fréquences allant de 29 à 67.74%. Les 02 dernières espèces *L. fabarum* et *A. rhopalosiphii* sont très faiblement représentées dans l'échantillonnage avec seulement des fréquences inférieures à 1%.

L'espèce *Dendrocerus* spp. n'a été identifiée qu'au niveau du genre. Elle a été récoltée sur le site El Merdja uniquement avec un nombre limité mais fréquemment rencontrée.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de notre étude est de dresser un inventaire des pucerons de la culture de la pomme de terre dans la région de Djelfa et qui peuvent l'infecter. Cette culture la plus cultivée et consommée dans la région.

Dans cette étude, nous avons compilé plusieurs études antérieures réalisées entre 2013 et 2017, dans lesquelles les principales espèces de pucerons qui menacent cette culture ont été inventoriées. À partir des résultats obtenus, nous constatons que l'*Aphis gossypii* est la plus abondante dans la plupart des stations et dans des proportions plus importantes que les 06 espèces identifiées.

En parallèle, les études menées ont révélé la présence d'ennemis naturels de pucerons (prédateurs et parasitoïdes). Chez les prédateurs, nous les classons en trois catégories:

La première, présentée par les coccinelles, selon les résultats des études, l'espèce *Coccinella septempunctata* est le plus fréquemment trouvée dans les stations d'étude avec des valeurs qui varient entre 36,36% et 100%. Les six autres espèces sont moyennement à faiblement présentes dans les différentes parcelles expérimentales.

La deuxième catégorie contient les chrysopes et les punaises. La chrysope *chrysoperla carnea* est la seule de la famille des Chrysopidae qui a été récoltée dans toute la région avec une fréquence qui pouvait atteindre 70%. Trois espèces appartenant à la famille des Miridae sont inventoriées dans la majorité des sites. Deux autres punaises ; 01 Nabidae et 01 Anthocoridae sont très peu retrouvées dans les parcelles visitées.

La dernière catégorie représentée par le reste des espèces prédatrices comporte deux espèces dominantes ; 01 forficule (*Forficula auricularia*) et 01 syrphe (*Episyrphus balteatus*) parmi d'autres espèces. Elles ont été capturées dans la majorité des sites. 03 autres espèces recensées (01 syrphe et 02 carabides) sont très faiblement représentées dans l'inventaire des insectes récoltés.

Dans la dernière partie de la comparaison entre les sites d'études, nous avons évalué la présence des parasitoïdes de pucerons tout au long des saisons de culture de pomme de terre. D'après les résultats obtenus, les espèces les plus fréquemment trouvés *Aphidius matricariae* et *Lysiphlebus testaceipes*.

Toutes ces espèces dominantes inventoriées dans la région d'étude sont parmi les ennemis naturels les plus importants de puceron. Ils font partie des solutions que peuvent apporter la méthode de lutte biologique contre les pucerons pour protéger la culture de pommes de terre.

Au final, pour préserver la culture de la pomme de terre des espèces de pucerons les plus nuisibles il fallait faire leur identification pour établir au mieux un programme de lutte biologique en

utilisant des espèces prédatrices ou de parasitoïdes spécifiques ou généralistes bien connus. Cela peut diminuer les risques résultant des traitements chimiques nocifs à la santé humaine, animale et à l'environnement en général.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Allek F., 2016 : Contribution à l'inventaire des pucerons de la pomme de terre et de leurs prédateurs dans la région de Djelfa et suivi de la biologie de l'espèce *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878). Mém Master. Univ Zian Achour.
- Amari. M., 2004 : Etude éco-biologique des pucerons des cultures dans quelques localités de l'Est algérien. Thèse Doctorat, E.N.S.A. El Harrach, Alger.
- Bakria K et Djeridane Z., 2014 : Inventaire et biologie des pucerons de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*). Test de lutte biologique. Cas de la région de Djelfa (El Maalba). Mém Master. Univ Zian Achour.
- Belguendouz A., 2012: Essai de substitution des milieux de culture en micropropagation et la Essai de de substitution des milieux de culture en micro propagation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*. L). Mémoire de fin d'études En de du diplôme de Magister En Sciences Agronomiques, Spécialité : Amélioration de la Production Végétale et Biodiversité. Tlemcen. pp 4.
- Ben Halima. K. M, & Ben Hamouda. M.H., 2005 : A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. Note faunique de Gemblozr 58:11-16.
- Benlabiad K. et Bouadjadja F., 2015 : Contribution à l'inventaire des ravageurs et de leurs ennemis naturels sur la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans les régions de Taadmit et Moudjbara-W. Djelfa. Mém Master. Univ Zian Achour.
- Benramdane N., 2015 : Etude des pucerons vecteurs de virus sur trois variétés de pomme de terre en plein champs (ENSA- EI Harrach). Mém Magister. Univ ENSA El Harrach.
- Bernhards U. 1998 : La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographie. Institut National Agronomique Paris- Grignon.
- Boundaries., 2009 : Carte géographique de la wilaya de Djelfa,[En ligne]. Adresse URL: https://d-maps.com/carte.php?num_car=183952&lang=en (Page consultée le 20 Aout 2021)
- 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. P43-44.
- Ciraa G. Iwanga J et Gret F., 2002: Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement. Groupe de recherche et d'échange technologique. MEME NTO.de l'agronome. Ed. GRET. CTA: pp 854-858.

- Cirad-Gret., 2002 : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement-Groupe de recherche et d'échange technologique. MEMENTO de l'agronome Ed. GRET-CTA, pp854-858,
- Dajoz. R., 1971 : Précis d'écologie. 2a Edition. Dunod, Paris.
- Djaballah et *al.*, 2008: Effet de deux méthodes d'aménagement (mise en défens et plantation) les caractéristique floristique et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa .Mem Mag.,Inst. Sci. Agro., Univ.Ouragla ,12-21p
- Dreux P. 1980: Précis d'écologie Ed. Presses universitaire de France Paris, 231p.
- Duvernayj M. et PERRICHON A., 1975 Fertilisation requirements for Potato Prouetion technicol. Information Bullentin 14edit.C.LP Lima.
- Eaton A., 2009 : Aphids. University of New Hampshire (UNH)., Coopérative Extension Entomology Specialist.p33.
- Evelyne T., Maurice H. et Bernard C., 2010 : La taxonomie des pucerons,[En ligne]. Adresse URL: <https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Qu-est-ce-qu-un-puceron/Taxonomie>. Page consultée le 26 Aout 2021)
- F.A.O., 2021: Organisation des nations unis pour l'alimentation et l'agriculture. La pomme de terre.
- Fournier A., 2010 - Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus *Pandoraneo aphidis* and implications for conservation biological control. Ths Doctorat. Univ Eth Zurich.
- Fraval A., 2009 : Les Aleurodes : Insectes, n° 155, 27-31p.
- Fraval. A., 2006 - Les pucerons. Insectes 3 n°141.
- Fredon., 2008 - fiche technique sur les pucerons, France.
- Hein, J. R., B.R. McIntyre, et D.Z., 2005 : State de la connaissance des ressources minérales marines resourcesin zones économiques exclusives de Pacificislands d'affiliation États-Unis, à l'exclusion Hawaii.US Geological Survey circulaire 1286,62pp.
- Kouili A et Benderrah S., 2017 : Contribution à l'inventaire des ravageurs et de leurs ennemis naturels sur la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région de Bérine - W. Djelfa. Mém Master. Univ Zian Achour.
- Lambert L., 2005 : Les pucerons dans les légumes de serres : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- Leclant. F., 1978 : Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grandes cultures. Ed. association coor. Tech. agri. (A.C.T.A), Paris, 63p.

- Lefras H., 2014 : Contribution à l'inventaire et l'étude de la biologie des pucerons sur la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la zone d'Elmerdja (Dar Echioukh-Dielfa). Mém Master. Univ Zian Achour.
- Lien G et Sparks Z., 2001 : Influence of the leaf curling plum aphid (*Brachycaudus helichrysi*) on stem diameter, seed yield, and their relationship, in sunflower». Journal of agricultural science 125: 211-221.
- Maryse B., 1999 : Étude phénologique des populations de trois espèces de pucerons (Homoptera: Aphididae) Présentes dans la culture de pommes de terre au Québec. Univ Québec à trois-rivières.
- Mattila P. et Hellstrom J., 2007 : Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. Journal of food composition and analysis. Vol. 20, 152-160p.
- Megrani M. et Mohad Z., 2017 : Essais de lutte biologique contre les pucerons de la pomme de terre par les auxiliaires autochtones dans la région Had Sehary W. de Djelfa. Mém Master. Univ Zian Achour.
- Mircea B., 2007 : Études sur la résistance d'accessions de *Solanum* sauvages envers le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) et le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer) (Aphidae). Univ Québec à Montréal.
- Nalepa et Kennedy, 2001: Aggregation behavior in the multicolored asian lady beetle *Harmonia arydidis* . phytotron annual report, p. 81-82.
- Nessik L. et Zekaik A., 2018 : Essais sur les interactions entre différents ennemis naturels des pucerons de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région des Djelfa. Mém Master. Univ Zian Achour.
- Ohtal., 2001- Effect of temperature on development of *Orius strigicollis* . Apple .Entomol.Zool.36(4) :483-488.
- Piffaretti J., 2012 : Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera: Aphididae) mise en évidence de deux espèces socurs aux cycles de vie contrastés. Thèse de Doctorat. Univ. Montpellier SupAgro. 30/12/2012 Montpellier, 259p.
- Pouget M., 1980 : Les relations sol végétation dans le sud algérois, travaux et documentation de orstom, n° 116 paris ; p: 555.
- Qubbaj T., Reineke A., et Zebitz CPW., 2004 - Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host.
- Radcliffe B., 1982: Insect pests of potato Annual Review of Entomology 63. 27,173, 204.

- Rakhshani E., Kazemzadeh S., Starý P., Barahoei H., Kavallieratos N. G., Četković A., Popović A., Bodlah I. et Tomanović Z., 2012 : Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of northeastern Iran: Aphidiine-aphid-plant associations, key and description of a new species, 1Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Zabol, 98615-538, I.R. Iran. Journal of Insect Science: Vol. 12 | Article 143 : P26.
- Ramade F., 2003 - Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690p.
- Reboulet J.N., 1999 : Les auxiliaires entomophages. ACTA. pp136.
- Remaudiere. G., & Remaudiere. M., Autrique. A., Aymonin. G. et Eastop. V., 1997 : A Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et prati., Ed. LN.R.A. 478p.
- Reutero.M., 1913 - Ausführliche Beschreibungeneinigerpaläarktischen Hemipteren. Öfver-sigtaf Finska Vetenskaps societetens Förhandlingar. 55: 1-111.
- Robert Y., 1982 : Fluctuation et dynamique des populations des pucerons. Jaur D'étude et d'info: Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.TA, Paris, m 21-35.
- Rousselle P, Rousselle B. et Ellisseche D., 1992: Pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées .Gallais A, Bammerot H.1992.
- Rousselle P., Robert Y. et Grossuer J.C., 1996 : La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et Maladies. Utilisation édition R Doun 278p.
- Sahraoui et Gouneau, 1998 - Les coccinelle d'algerie :inventaire préliminaire et régime alimentaire .Bull.Soc.Entomo. France,vol.103(3) :213-224.
- Sahraoui et Gouneau, 1998: La coccinelle d'Algérie : inventaire préliminaire et régime alimentaire .Bull.Soc.Entomo. France,3(103) :2013-224.
- Sekkat. A., 2007 : Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. ENA. Maroc.
- Soltner D. 1990 : Les grandes productions végétales. Céréales, plantes sarclées, prairies. Ed. Sciences et technique agricoles. 464 p.
- Stewart P., 1969 : Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique.
- Stray. P., 1970 : Biology of aphid parasitoid with respect to integrated control. Vol 06. Ed. Dr, W, Junk, N, V, Publisher the Hague, Netherlands. 643p.
- Tanya. D., 2002 : Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.23p.

- Yahiaoui S., 2014 : Contribution à l'inventaire des Pucerons et de leurs ennemis naturels sur la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région de Dar Chioukh- Djelfa, (test de lutte biologique). Mém Master. Univ Zian Achour.

Résumé

Résumé

La pomme de terre est l'une des cultures les plus importantes en termes d'économie et de consommation. Dans la région de Djelfa, elle a connue une augmentation régulière et remarquable ces dernières années. A cet effet plusieurs études ont été faites pour mieux connaître ses ravageurs en particulier les pucerons pour une meilleure protection de la culture par l'utilisation de leurs ennemis naturels en lutte biologique.

Six (06) espèces de puceron ont été inventoriées entre 2013 et 2017 dont l'espèce dominante est *Aphis gossypii*.

Vingt (20) espèces d'auxiliaires a été récoltées en qualité de prédateurs de pucerons. La plus fréquentes est la coccinelle *Coccinella septempunctata*. La majorité de ces espèces figurent parmi les principales espèces prédatrices des pucerons dans le monde. Cinq (05) parasitoïdes de pucerons ont également fait l'objet des inventaires. Les espèces *Aphidius matricariae* et *Lysiphlebus testaceipes* sont les plus dominantes dans la région d'étude.

Mots clés : Pomme de terre ; Djelfa ; Inventaire ; Pucerons ; Auxiliaires.

الملخص

تعد البطاطا من أهم المحاصيل من حيث الاقتصاد والاستهلاك. في منطقة الجلفة، ازدادت زيادة مطردة وملحوظة في السنوات الأخيرة. ولهذا الغرض، أجريت عدة دراسات لتحسين معرفة آفات، ولا سيما المن، من أجل تحسين حماية المحاصيل باستخدام أعدائها الطبيعيين. وقد تم مسح ستة (06) أنواع من حشرة المن بين عامي 2013 و 2017، وكان النوع السائد هو *Aphis gossypii*. تم حصاد عشرون (20) نوع مساعد من الحيوانات المفترسة الأكثر شيوعاً هو الدعسوقة *Coccinella septempunctata* في غالبية هذه الأنواع هي من بين الحيوانات المفترسة الرئيسية في العالم.

كما تم مسح خمسة (05) طفيليات للمن ويعتبر كل من *Aphidius matricariae* و *Lysiphlebus testaceipes* أكثر الأنواع هيمنة في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية : البطاطا ; الجلفة ; جرد ; المن ; مساعد.

Abstract

The potato is one of the most important crops in terms of economy and consumption. In the Djelfa region, it has increased steadily and remarkably in recent years. For this purpose several studies have been made to better know its pests in particular aphids for a better protection of the crop by the use of their natural enemies in biological control.

Six (06) aphid species were surveyed between 2013 and 2017 with the dominant species being *Aphis gossypii*.

Twenty (20) auxiliary species were harvested as aphid predators. The most common is the lady beetle *Coccinella septempunctata*. The majority of these species are among the major aphid predators in the world. Five (05) aphid parasitoids were also surveyed. *Aphidius matricariae* and *Lysiphlebus testaceipes* are the most dominant species in the study area.

Keywords: Potato ; Djelfa ; Inventory; Aphids; Auxiliaries.