



Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale



Mémoire *de fin d'études*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie
Spécialité : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes*

Thème

**Contribution à l'étude de la diversité des
pucerons de la tomate et de leurs prédateurs
dans la région de Boukhalfa (Tizi-Ouzou)**

Présenté par :

Mme HACIMI Nasrine

Devant le jury :

Présidente : Mme AOUAR-SADLI M.

M.C.A.

U.M.M.T.O.

Promotrice : Mme BENOUFELLA-KITOUS K.

M.C.A.

U.M.M.T.O.

Co-promotrice : Melle AIT AMAR S.

Doctorante

U.M.M.T.O.

Examinatrice : Mme CHAOUCHI-TALMAT N.

M.C.A.

U.M.M.T.O.

Promotion : 2018-2019

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements à ma promotrice Mme BENOUFELLA-KITOUS K. Maître de Conférences A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de m'encadrer et de me diriger avec patience durant tout le projet.

Je tiens aussi à remercier Melle AIT AMAR S., Doctorante à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour son aide précieuse et le coaching qu'elle m'a apporté afin de réussir ce travail.

Mes remerciements vont également à Mme AOUAR-SADLI M., Maître de Conférences A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury. Je tiens à remercier Mme CHAOUCHI-TALMAT N., Maître de Conférences A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, qui a accepté de participer à ce jury et d'examiner ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes sincères et profonds remerciements à Mr OUMELLIL Belkacem, propriétaire de la parcelle d'étude de Boukhalfa, pour nous avoir permis et facilité la réalisation de notre travail d'échantillonnage.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin, pour la réalisation de ce mémoire

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents que j'aime beaucoup et qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de m'aider énormément durant toutes mes études, également à mes sœurs et à mes frères.

A mon cher mari qui m'a soutenu et qui m'a beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail.

A ma belle-famille (MANSOUR) qui m'a beaucoup encouragé.

A la mémoire de mon grand-père que j'aime beaucoup.

A toutes les personnes que j'estime.

Nasrine

SOMMAIRE

Introduction.....	1
CHAPITRE 1 : Revue bibliographique sur la plante hôte et le ravageur	
1. Présentation de la plante hôte : LA TOMATE	3
1.1 Description botanique	3
1.2 Systématique	3
1.3 Cycle biologique et mode de reproduction	3
1.3.1 Germination.....	4
1.3.2 Croissance.....	4
1.3.3 Floraison	4
1.3.4 Pollinisation.....	4
1.3.5 Fructification et nouaison des fleurs.....	4
1.3.6 Maturation du fruit	5
1.4 Importance économique de la tomate en frais.....	5
1.4.1 Dans le monde	5
1.4.2 En Algérie.....	6
1.5 Maladies de la tomate.....	8
1.5.1 Maladies cryptogamiques	8
1.5.2 Maladies bactériennes	8
1.5.3 Maladies virales.....	9
1.6 Ravageurs de la tomate	10
2. Présentation du ravageur : LES PUCERONS.....	11
2.1 Systématique	11
2.2 Caractéristiques morphologiques des aphides	11
2.2.1 Tête	12
2.2.2 Thorax.....	12
2.2.3 Abdomen	12
2.3 Biologie	12
2.3.1 Cycle biologique.....	13
2.4 Dégâts causés par les aphides	15
2.4.1 Dégâts directs	15
2.4.2 Dégâts indirects	15
2.5 Lutte contre les pucerons	16
2.5.1 Lutte préventive.....	16
2.5.2 Lutte chimique.....	16

2.5.3 Lutte biotechnique	17
2.5.4 Lutte biologique.....	17

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

1. Situation et limite de la région d'étude.....	20
2. Données climatiques	21
2.1 Température	21
2.2 Pluviométrie	22
2.3 Vent.....	22
2.4 Humidité relative de l'air	23
3. Synthèse climatique	24
3.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson.....	24
3.2 Quotient pluviométrique d'Emberger.....	25

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

1. MATERIEL	27
1.1 Matériel végétal.....	27
1.2 Bassines jaunes.....	27
1.3 Pinceau fin.....	28
1.4 Tubes à essai et éthanol à 70%	28
2. Méthodologie de travail appliquée sur le terrain	28
2.1. Dispositif expérimental	28
2.2 Méthode d'échantillonnage des pucerons ailés.....	29
2.3 Méthode d'échantillonnage des pucerons aptères.....	29
2.4 Méthode d'échantillonnage des auxiliaires	30
2.5 Méthode d'échantillonnage des plantes adventices	30
3. Méthodologie de travail appliquée au laboratoire	30
3.1 Tri des pucerons (aptères, ailés).....	30
3.2 Identification des pucerons	30
3.3 Dénombrement des pucerons	30
3.4 Suivi et dénombrement des auxiliaires	31
4. Méthode d'analyse des résultats	31
4.1 Qualité de l'échantillonnage	31
4.2 Exploitation des résultats par les indices écologiques	31
4.2.1 Indices écologiques de composition.....	31
4.2.2 Indices écologiques de structure.....	32

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Etude des aphides.....	34
1.1 Résultats de l’inventaire global des aphides	34
1.2 Etude des fluctuations des populations de pucerons recensés	36
1.2.1 Résultats des captures par les pièges jaunes	36
1.2.1.1 Importance des pucerons capturés	36
1.2.1.2 Fluctuations de la population globale des pucerons ailés	39
1.2.2 Résultats du dénombrement visuel.....	40
1.2.2.1 Importance numérique des espèces de pucerons aptères recensées sur la tomate	40
1.2.2.2 Fluctuations de la population globale des espèces aptères recensées sur la tomate	41
1.3 Analyse des résultats	43
1.3.1 Qualité de l’échantillonnage.....	43
1.3.2 Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	43
1.3.2.1 Indices écologiques de composition	43
1.3.2.2 Indices écologiques de structure	47
2. Etude des ennemis naturels	48
2.1 Inventaire global des prédateurs recensés sur la tomate	48
2.3 Importance des prédateurs recensés	51
2.4 Fluctuations des différents prédateurs recensés dans la parcelle tomate	52
Conclusion	54
Références bibliographiques	56
Annexes	

***LISTE DES FIGURES ET
DES TABLEAUX***

Liste des Figures

Figure 1 : Différents organes de la tomate a : feuilles, b : fleur, c : fruits (Oukala et <i>al.</i> , 2015)	3
Figure 2 : Cycle de croissance d'une plante de tomate (Nadiia, 2013, Modifié)	5
Figure 3 : Morphologie générale d'un puceron ailé (INRA, 2016)	11
Figure 4 : Stade de développement des pucerons (Godin et <i>al.</i> , 2002)	13
Figure 5 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (INRA, 2018)	14
Figure 6 : Enroulement des feuilles de tomate (Anonyme, 2019)	15
Figure 7 : Fumagine sur folioles et fruits de tomate (INRA, 2013)	16
Figure 8 : Adulte de <i>Coccinella algerica</i> Kovàr, 1977 (Anonyme, 2019)	17
Figure 9 : Adulte de <i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836 (Anonyme, 2019)	17
Figure 10 : Adulte d' <i>Episyrphus balteatus</i> De Geer, 1776 (Anonyme, 2019)	18
Figure 11 : Adulte d' <i>Aphelinus mali</i> pondant dans un puceron (Aubron, 2009)	18
Figure 12 : Pucerons piégés par un champignon entomophthoral (INRA, 2018)	19
Figure 13 : Situation géographique de la ville de Boukhalfa au sein de la commune de Tizi-Ouzou (ANDI, 2013 modifiée)	20
Figure 14 : Températures moyennes, maximales et minimales mensuelles de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)	21
Figure 15 : Moyennes des précipitations de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)	22
Figure 16 : Valeurs moyennes des vents de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)	23
Figure 17 : Valeurs moyennes de l'humidité relative de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)	23
Figure 18 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 7 ans (2012-2018) (O.N.M.T.O, 2019)	24
Figure 19 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou	26
Figure 20 : Parcelle d'étude (Originale, 2019)	27
Figure 21 : Bassine jaune (Originale, 2019)	28
Figure 22 : Illustration du dispositif expérimental (Originale, 2019)	29
Figure 23 : Effectifs par ordre d'importance des espèces de pucerons capturées avec les pièges jaunes	37
Figure 24 : Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans la parcelle de tomate	39
Figure 25 : Abondance relative des espèces installées sur les feuilles de la tomate	40

Figure 26 : Evolution de la population des pucerons aptères sur les feuilles de la tomate	42
Figure 27 : Adulte de <i>Coccinella algerica</i> (Originale, 2019)	50
Figure 28 : Adulte d' <i>Hippodamia variegata</i> (Originale, 2019)	50
Figure 29 : Adulte de <i>Scymnus pallipediformis</i> (Originale, 2019)	50
Figure 30 : Importance des familles de prédateurs recensés sur la tomate	51
Figure 33 : Fluctuations des différentes espèces prédatrices et des pucerons dans la parcelle de tomate	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de la tomate fraîche en 2017 (FAO, 2017)	6
Tableau 2 : Evolution de la production de la tomate fraîche en Algérie entre 1997 et 2017 (FAO, 2017)	7
Tableau 3 : Principaux virus attaquant les cultures de tomate (Andrés et <i>al.</i> , 2007 ; Trottin-Caudal et <i>al.</i> , 2011)	9
Tableau 4 : Principaux ravageurs attaquant les cultures de tomate (Naika et <i>al.</i> , 2005; Desneux, 2010 ; Castagnone-Sereno et Djian-Caporalino, 2011 ; Ruocco et <i>al.</i> , 2011 ; TrottinCaudal et <i>al.</i> , 2011)	10
Tableau 5 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de tomate située dans la région de Boukhalfa	34
Tableau 6 : Valeur du quotient a/N de la parcelle d'étude	43
Tableau 7 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) appliquée aux différentes espèces d'aphides dans la parcelle d'étude	44
Tableau 8 : Fréquence d'occurrence ou constance des espèces de pucerons ailés capturés par les pièges jaunes sur la tomate	46
Tableau 9 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de l'indice de diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) appliqués aux pucerons recensés	47
Tableau 10 : Principales espèces prédatrices recensées dans la parcelle d'étude	48

INTRODUCTION

La tomate est l'un des fruits les plus appréciés et les plus cultivés dans le monde. Elle occupe la deuxième place après la pomme de terre avec une production de 177,042 millions de tonnes en 2017 (FAO, 2019) dont un tiers en Asie, un tiers en Europe et un tiers en Amérique du Nord. Il existe à présent plus de 500 variétés de tomates.

En Algérie, la culture de tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole nationale. C'est la principale culture après la pomme de terre et l'oignon avec une superficie de 23 977 ha en 2017, générant une production moyenne de 1,29 millions de tonnes, soit 0,75 % de la production totale mondiale de tomate (FAO, 2019).

Comme toute plante agricole, la tomate héberge de nombreux nématodes et insectes ravageurs qui déprécient sa qualité et causent des pertes en rendement. Il s'agit principalement des pucerons, qui constituent le groupe de ravageurs le plus nuisible (Ait Amar, 2013).

Les pucerons sont parmi les insectes phytophages causant les plus grandes pertes économiques au vu de leurs caractères morphologiques et biologiques qui en font des ravageurs majeurs des cultures (Blackman et Eastop, 2000 *in* Goldansaz, 2003).

Ils nuisent aux plantes selon deux mécanismes, tout d'abord, les pucerons consomment la sève élaborée qui circule dans le phloème des plantes et privent ces dernières de substances nutritives essentielles à leur développement (Fraval, 2006 ; Harmel et *al.*, 2008). Ils sont également des vecteurs de nombreux virus affectant les végétaux (Marchoux et *al.*, 2008). Ils sont de loin les vecteurs de virus les plus performants, transmettant près de 30% des espèces de virus de plantes décrites à ce jour (Brault et *al.*, 2010).

Plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler la population des pucerons, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) (Saharaoui et Gourreau, 2000), les syrphes (Diptera : Syrphidae), les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) et les micro-hyménoptères appartenant à la famille des Braconidae et des Aphelinidae (Lopes et *al.*, 2012).

Parmi les études effectuées dans le monde sur la dynamique, la répartition de la faune aphidienne et l'inventaire des pucerons et leurs ennemis naturels, nous citons celles de Remaudière et *al.* (1985), Mier Durante et *al.* (1988), Alverson et English (1989), Nieto Nafria et *al.* (1991), Lykouressis et *al.* (1993), Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993), Hullé et *al.* (1998), Béland (1999), Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (2005), Alhmedi et *al.* (2006 ; 2007), Harbaoui et *al.* (2008), Guesmi et *al.* (2010), Lopes et *al.* (2012), Boukhris-Bouhachem (2011), Al Hassan (2012), Yattara (2013) et Yattara et Francis (2013).

En Algérie, dans l'Est, Laamari (2004) a fait une étude éco-biologique des pucerons des cultures dans quelques localités. Laamari et *al.* (2010) ont évalué la diversité aphidienne sur 16 sites. En 2012, Bakroune a mis en évidence la diversité spécifique de l'aphidofaune et de ses ennemis naturels dans deux stations à Biskra sur piment et poivron sous abris-plastiques.

A Tizi-Ouzou, dans la région d'Oued-Aïssi, Kitous et Laddaoui (1998) ; Belhadi et Laouar (1999), ont étudié les pucerons et leurs ennemis naturels sur agrumes. Toujours dans la région de Oued-Aïssi, en 2005, Benoufella-Kitous a réalisé une étude sur les pucerons et leurs ennemis naturels dans trois parcelles d'agrumes (Thomson, Valencia Late et Clémentine). Dans la région de Drâa Ben Khedda, Ait Amar et Toumi-Bara (2013) ont recensé les pucerons de la pomme de terre. De même, dans région de Tizi-Rached Kdyem et Makour (2017) ont réalisé un inventaire des aphides sur pomme de terre. En 2015, Benoufella-Kitous a étudié la faune aphidienne et la faune auxiliaire de différentes cultures dans la région de Drâa Ben Khedda et de Oued-Aïssi.

A notre connaissance, aucune étude n'a été menée sur les pucerons de la tomate, c'est pourquoi nous nous sommes proposé cette étude originale qui a pour objectif la réalisation d'un inventaire et l'évaluation de la diversité des pucerons dans une culture de tomate située dans la région de Boukhalfa. Aussi nous visons à connaître la diversité des populations d'insectes auxiliaires aphidiphages.

Ainsi, le présent travail est structuré comme suit : le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la plante hôte et le ravageur, en l'occurrence : la tomate et les pucerons. Le deuxième chapitre concerne la présentation de la région d'étude. Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. Un quatrième chapitre est réservé à la présentation ainsi que la discussion des résultats obtenus. Enfin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.

Chapitre 1

Revue bibliographique sur la plante hôte et le ravageur

1. Présentation de la plante hôte : LA TOMATE

1.1 Description botanique

La tomate est une plante maraichère, herbacée, annuelle, appartenant à la famille des Solanaceae. Elle est aromatique lorsqu'on la froisse, sa taille varie entre 40 cm à plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (Blancard et *al.*, 2009).

Les fleurs des variétés cultivées sont groupées en inflorescences simples ou ramifiées, leur nombre est variable allant de 5 à 12. Les fruits sont des baies charnues, tendres, lisses ou creusées de sillons (Fig. 1). La pulpe est divisée en loges contenant les graines dans le mucilage (Bernard et *al.*, 2009).

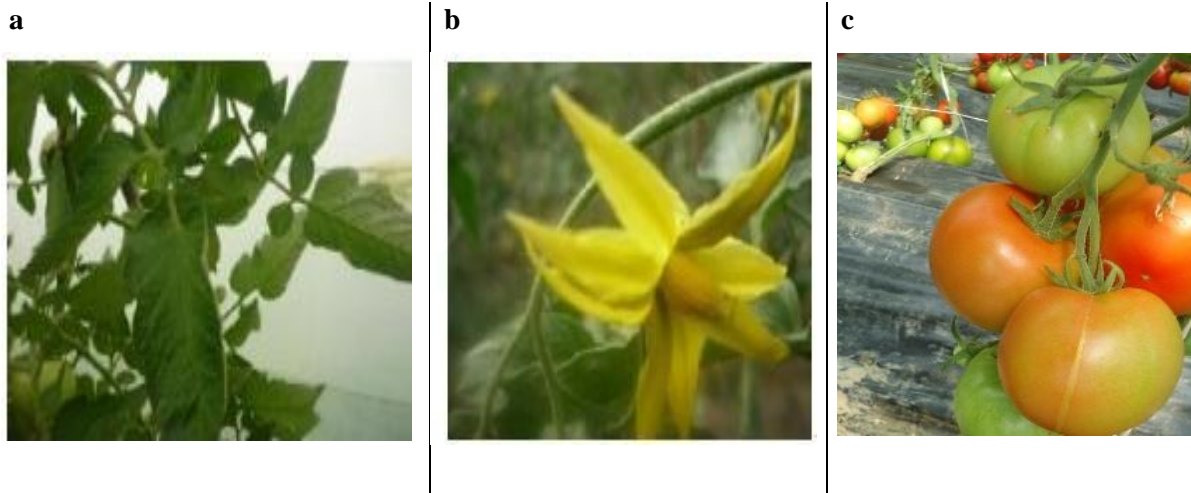


Figure 1 : Différents organes de la tomate a: feuilles, b : fleur, c: fruit (Oukala et *al.*, 2015)

1.2 Systématique

La tomate est classée comme suit (Cronquist, 1981, Gaussen et *al.*, 1982 in Chougar, 2011) :

Règne : Plantae
 Sous-règne : Tracheobionta
 Classe : Magnoliopsida
 Sous-classe : Asteridae
 Ordre : Solanales
 Famille : Solanaceae
 Genre : *Solanum*
 Espèce : *Solanumtuberosum*

1.3 Cycle biologique et mode de reproduction

D'après Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend

généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Fig. 2). Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

1.3.1 Germination

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau et Core, 2006). La germination chez la tomate est épigée. A ce moment, une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (Chaux et Foury, 1994).

1.3.2 Croissance

Selon Laumonier (1979), la croissance du plant de tomate se déroule en 2 phases et en 2 milieux différents. En pépinière : De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition de racines non fonctionnelles et de pré feuilles. En plein champ : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuilles.

1.3.3 Floraison

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1 mois, la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante, car celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre, en plus d'un apport équilibré sous serre (Chougar, 2011).

1.3.4 Pollinisation

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (Chaux et Foury, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt de pollen (Pesson et Louveaux, 1984).

1.3.5 Fructification et nouaison des fleurs

La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont défavorables à la nouaison (Rey et Costes, 1965). Le zéro de germination est de 12°C, l'optimum de la croissance des racines est de 15°C à 18°C.

En phase de grossissement du fruit, l'optimum de la température ambiante est de 25°C le jour et 15°C la nuit (Anonyme, 2003).

1.3.6 Maturation du fruit

La maturation du fruit se caractérise par le grossissement du fruit, et le changement de couleur, du vert au rouge. La lumière intense permet la synthèse active de la matière organique qui est transportée rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour (Rey et Costes, 1965).

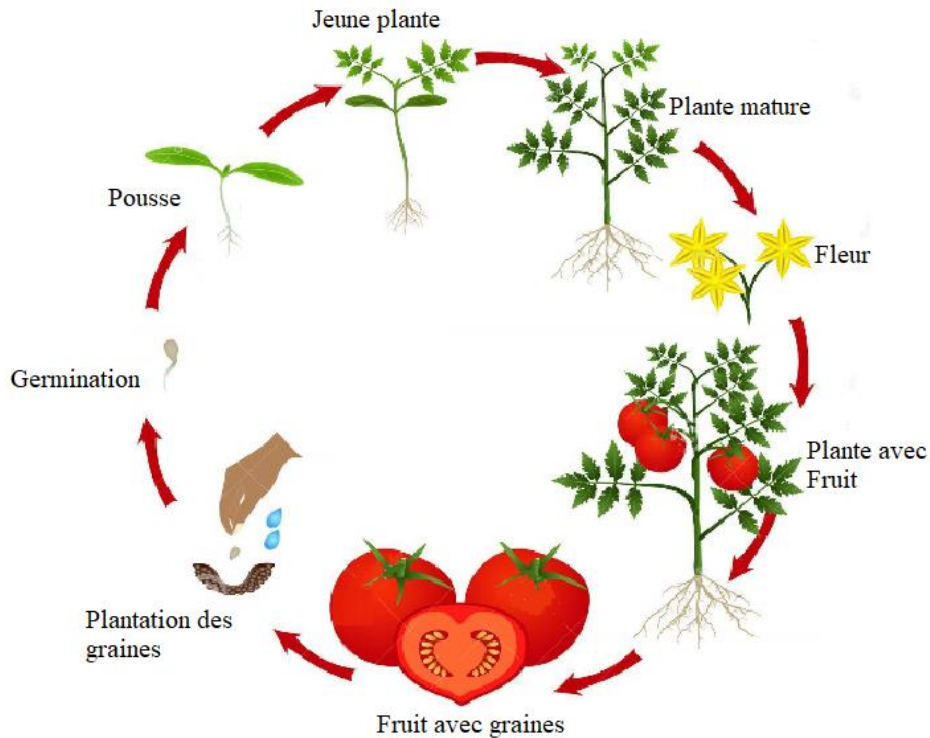


Figure 2 : Cycle de croissance d'une plante de tomate (Nadiia, 2013, Modifié)

1.4 Importance économique de la tomate en frais

1.4.1 Dans le monde

La tomate est l'une des principales productions légumières dans le monde. Elle est cultivée sous toutes les latitudes sur une superficie d'environ 4 782 754 d'hectare (FAO, 2017) pour une production mondiale de 177,042 millions de tonnes de tomate.

La production de la tomate a progressé régulièrement, elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 177 millions de tonnes en 2017 (Blancard et *al.*, 2009 ; FAO, 2017).

Le tableau 1 montre les principaux pays producteurs de la tomate en 2017.

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de la tomate fraîche en 2017 (FAO, 2017).

Classement	Pays	Production(tonnes)
1	Chine	59514773
2	Inde	20 708 000
3	Turquie	12 750000
4	Etats-Unis	10910990
5	Egypte	7297108
6	Iran	6177290
7	Italie	6015868
8	Espagne	5 163466
9	Mexique	4243058
10	Brésil	4 243058
11	Nigéria	4100000
12	Russie	3 230718
13	Ouzbékistan	2455125
14	Ukraine	2 267460
15	Portugal	1747634
16	Tunisie	1 298000
17	Maroc	1293761
18	Algérie	1 286286

La chine occupe la première place avec une production de 59 514 773 tonnes suivi de l’Inde en deuxième place avec une production de 20 708 000 tonnes. L’Algérie occupe la dix-huitième place mondiale avec une production de 1 286 286 tonnes (Tab. 1).

1.4.2 En Algérie

La tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher en Algérie. Elle est considérée comme une espèce prioritaire et classée en troisième lieu après la pomme de terre et l’oignon. La production moyenne en 2017 est de 1 286 286 tonnes avec un rendement moyen de 336 Qx / ha (FAO, 2017).

La superficie totale réservée pour cette culture est de 23 977hectares, dont la répartition géographique est tributaire des conditions climatiques d’une part et de la vocation des terres d’autre part. Les zones réservées pour la tomate sont concentrées au niveau :

- Des plaines du littoral à climat tempéré : Alger, Tipaza, Bejaia, Oran, Annaba, Skikda.
- Du Centre : Blida, Ain Defla, Chlef.
- Du Sud à climat aride (Biskra) : Dans ces régions, les investissements sont très importants, du fait du climat qui permet d’avoir des récoltes entre Décembre et Avril avec des rendements qui peuvent atteindre jusqu’à 750 Qx / ha (Snoussi, 2010).

Le tableau 2 présente l’évolution de la production, les rendements et les superficies réservées pour la culture de tomate en Algérie entre 1997 et 2017.

Tableau 2 : Evolution de la production de la tomate fraiche en Algérie entre 1997 et 2017 (FAO, 2017).

Année	Production (tonnes)	Superficie cultivée (Ha)	Rendement (Kg/Ha)
1997	688 527	43 330	15 890,30
1998	752 277	46 170	16 293,60
1999	954 804	55 210	17 294,00
2000	341 447	16 710	20 433,70
2001	373 534	16 760	22287,20
2002	401 364	17 820	22523,20
2003	456 933	18 650	24500,40
2004	512 195	19 432	26358,30
2005	513 780	21 089	24362,50
2006	548 934	20 436	26861,10
2007	567 313	20 079	28254,00
2008	559 249	19 655	28453,30
2009	641 034	20 789	30835,20
2010	718 235	21 358	33628,40
2011	771 606	20 575	37502,10
2012	796 963	21 542	36995,80
2013	975 075	22 497	43342,40
2014	1 065 609	22 646	47055,10
2015	1 163 766	24 065	48359,30
2016	1 280 570	22 556	56772,90
2017	1 286 286	23 977	53646,70

1.5 Maladies de la tomate

Un grand nombre de maladies peut attaquer les cultures de tomates occasionnant parfois des pertes considérables, les plus importantes sont:

1.5.1 Maladies cryptogamiques

1.5.1.1 Pourriture grise

La pourriture grise est causée par *Botrytis cinerea*, un champignon polyphagénéocrotrophe attaquant principalement les parties aériennes des plantes hôtes (Williamson et al., 2007).

1.5.1.2 Mildiou

Le mildiou classique : Dû à *Phytophthora infestans*, qualifié également de « Mildiou aérien », s'attaque à toutes les parties aériennes de la plante provoquant ainsi de larges plages huileuses à la face supérieure avec un duvet blanc à la face inférieure. Ces plages huileuses peuvent être observées aussi sur les pétioles et la tige (Barnett et Hunter, 1998).

1.5.1.3 Alternariose

L'Alternariose est provoquée par plusieurs espèces d'*Alternaria*, dont les plus connues sont *A. tomatophila* et *A. alternata*. Ces deux pathogènes sont à l'origine de taches rondes et brunes sur les feuilles. Parfois, le champignon attaque les fruits à partir de la tige creusant des lésions étendues et présentant des anneaux concentriques et une moisissure noire (Kumar et al., 2008).

1.5.1.4 Fusariose

La tomate est sujette à deux maladies fusariennes : la flétrissure fusarienne causée par *Fusariumoxysporum* f. sp. *lycopersici* et la pourriture des racines et du collet causée par *Fusariumoxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL). Ces deux champignons sont d'origine tellurique dotés d'une spécificité stricte d'hôtes. Ils sont capables d'envahir l'ensemble du système vasculaire de la tomate (Hibar et al., 2006).

1.5.2 Maladies bactériennes

1.5.2.1 Chancre bactérien

Le chancre bactérien est une très grave bactériose dont l'agent causal est *Clavibactermichiganensis* sub. sp. *michiganensis*. Les premiers symptômes consistent en un flétrissement et un jaunissement des folioles dans le tiers inférieur. Par la suite, des taches d'un vert pâle apparaissent entre les nervures et les folioles sénescents, s'enroulent vers le haut et brunissent à partir du bord vers le centre. Les tissus flétris affichent des stries pâles qui

s'ouvrent pour former un chancre. Les jeunes fruits peuvent être petits, marbrés et des petites taches blanches évoluent en chancres bruns sous forme d'un « œil d'oiseau » (Gilli, 2007).

1.5.2.2 Gale bactérienne

Cette bactériose est causée par *Xanthomonas campestris* sp. *vesicatoria*. Des petites taches apparaissent sur les feuilles et sur les fruits. En général, ces taches sont brunes et arrondies. Les feuilles jaunissent puis tombent et des lésions elliptiques apparaissent sur les tiges et les pétioles. Cette bactériose se propage principalement par le biais de graines, d'insectes et les opérations culturales (Naika et al., 2005 ; Al-Saleh, 2011).

1.5.3 Maladies virales

Les principales pathologies virales qui touchent la culture de tomate sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Principaux virus attaquant les cultures de tomate (Andrés et al., 2007 ; Trottin-Caudal et al., 2011)

Virus	Genre	Symptôme	Moyen de transmission
CMV (Cucumber Mosaic Virus)	Cucumovirus	Mosaïques, Nécroses Filiformismes	Pucerons
TICV (Tomato Infectious Chlorosis Virus)	Crinivirus	Jaunisses	Aleurodes (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)
TMV (Tobacco Mosaic Virus)	Tobamovirus	Mosaïque Verte ou Jaune	Machines ou la main d'œuvre
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)	Tospovirus	Nécroses, Décolorations, Nanismes	Thrips (<i>Frankliniella</i>)
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)	Begomovirus	Jaunisses, Enroulement foliaire, Filiformismes	Aleurodes (<i>Bemisia tabaci</i>)
PepMV (Pepino Mosaic Virus)	Potexvirus	Mosaïques	Contact, opérations culturales

1.6 Ravageurs de la tomate

Les principaux ravageurs de la culture de tomate sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Principaux ravageurs attaquant les cultures de tomate (Naika et al., 2005; Desneux, 2010 ; Castagnone-Sereno et Djian-Caporalino, 2011 ; Ruocco et al., 2011 ; TrottinCaudal et al., 2011)

Maladie	Agent causal	Symptôme
Nématodes	<i>Meloïdogyneicognita</i> et <i>Meloïdogynearenaria</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Nodosités (gales ou kystes) sur les racines. - Réduction de la croissance de la plante. - Flétrissement de la plante
Acariens	<i>Tetranychusurticae</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Coloration bronzée ou brun roux. - Dessèchement et mort des plantes les plus atteintes.
Aleurodes	<i>Bemisiatabaci</i> et <i>Trialeurodesvaporariorum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de la fumagine. - Coloration irrégulière des fruits.
Pucerons	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aulacorthum solani</i> et <i>Aphis gossypii</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de la fumagine sur les feuilles et les fruits. - Croissance limitée et déformation des feuilles et des fruits. - Transmission de virus.
Papillons et noctuelles	<i>Heliciveraarmigera</i> , <i>Chrysodeixiichalcites</i> et <i>Autographa gamma</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lésions et perforation du feuillage. - Galeries remplis d'excréments sur les tiges et sur les fruits qui prennent une teinte beigeâtre.
Thrips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Les nymphes se nourrissent du pollen des fleurs et des jeunes fruits. - Lésions sur le limbe qui se nécrose pour prendre une teinte beigeâtre.
Mineuse de la tomate	<i>Tutaabsoluta</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mines remplies d'excréments dans les feuilles, les bourgeons et les fruits. - Les semis endommagés peuvent cesser de pousser et mourir.

2. Présentation du ravageur : LES PUCERONS

2.1 Systématique

Remaudière et Remaudière (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

Embranchement :Arthropoda
 Classe :.....Insecta
 Sous –classe :.....Pterygota
 Ordre :.....Homoptera
 Sous-ordre :Hemipteroida
 Super -famille :.....Aphidoidea
 Famille :.....Aphididae

2.2 Caractéristiques morphologiques des aphides

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, de petite taille, mesurant entre 2 et 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) (Fig. 3).

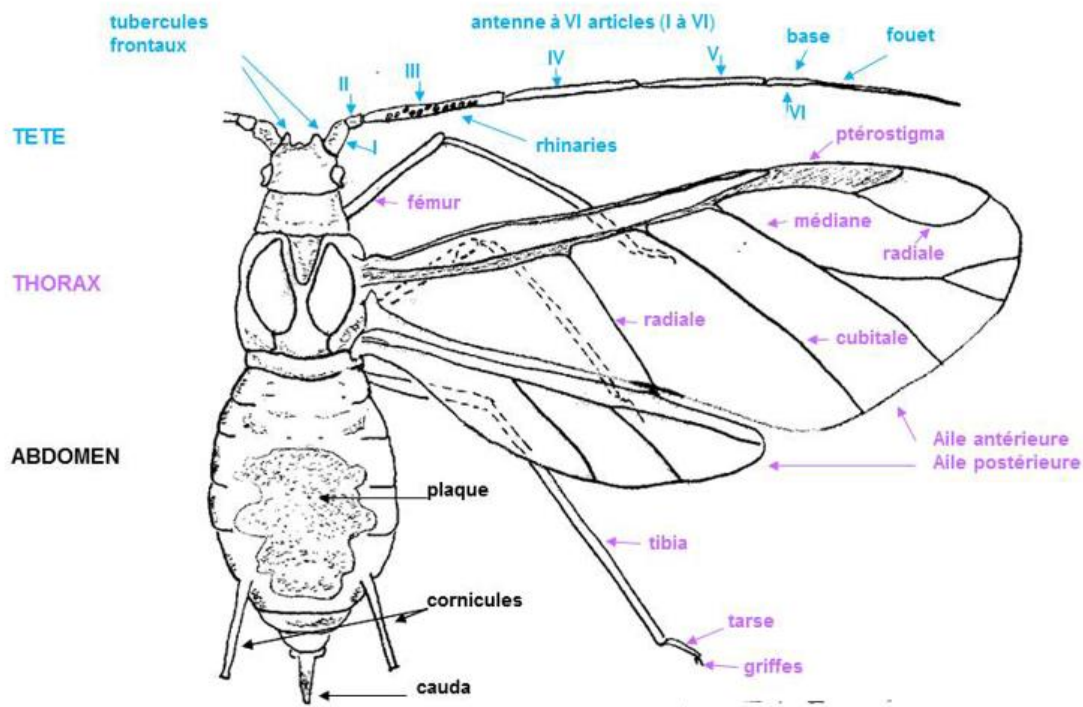


Figure 3 : Morphologie générale d’un puceron ailé (INRA, 2016)

2.2.1 Tête

Généralement, la tête 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 qui sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminents. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria et leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminal (Tanya, 2002 et Fraval, 2006).

2.2.2 Thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax. Il porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces de 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 médiane qui peut être selon Godin et Boivin (2002) :

- Non ramifiée ;
- Ramifiée, une seule fois ;
- Ramifiée, deux fois.

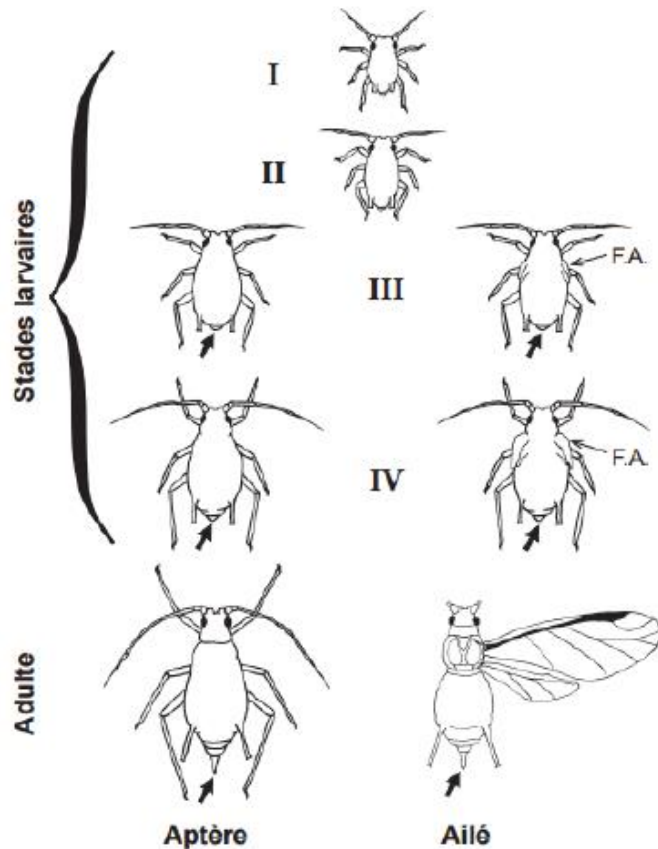
2.2.3 Abdomen

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 (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

2.3 Biologie

Les pucerons sont hémimétaboles. Les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fig. 4) (Fredon, 2008).



FA: Stade nymphal

Figure 4 : Stade de développement des pucerons (Godin et Boivin, 2002)

2.3.1 Cycle biologique

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique, c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (Christelle, 2007), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée. Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares.

Selon Simon (2007), il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monœciques. Par contre, d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques). La plante sur laquelle est pondue l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, (généralement c'est une plante herbacée) sur lequel émigre les fondatrigenes ailées.

Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures très basses de l'ordre de -10°C à -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (Eaton, 2009). Les œufs fécondés éclosent au printemps et produisent une génération de femelles aptères appelées fondatrices qui s'installent sur les feuilles, les pousses, et parfois sur les fleurs (Labrie, 2010). Ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogenèse. Parallèlement, les fondatrices adultes pondent elles-mêmes des larves qui donneront des adultes aptères appelés fondatrigenes (Bahlai et *al.*, 2007). Plusieurs générations vont se succéder dans lesquelles apparaîtront des ailés qui iront contaminer les différents hôtes secondaires. Par parthénogénèse, les fondatrigenes engendrent un certain nombre de générations des femelles appelées virginipares.

A l'automne, la diminution de la température, de la durée de jour et de la qualité du plant induit le retour des ailés vers leur hôte primaire et l'apparition des femelles capables d'engendrer des sexués. Ces sexupares produisent des mâles (ce sont des andropares) ou des femelles (gynopares) ou les deux (amphotères) (Labrie, 2010). Généralement, le mâle est ailé et la femelle aptère. Cette femelle pond un œuf, appelé l'œuf d'hiver. Ces œufs éclosent au printemps suivant et le cycle recommence (Dewey, 2004 ; Klass., 2009) (Fig. 5).

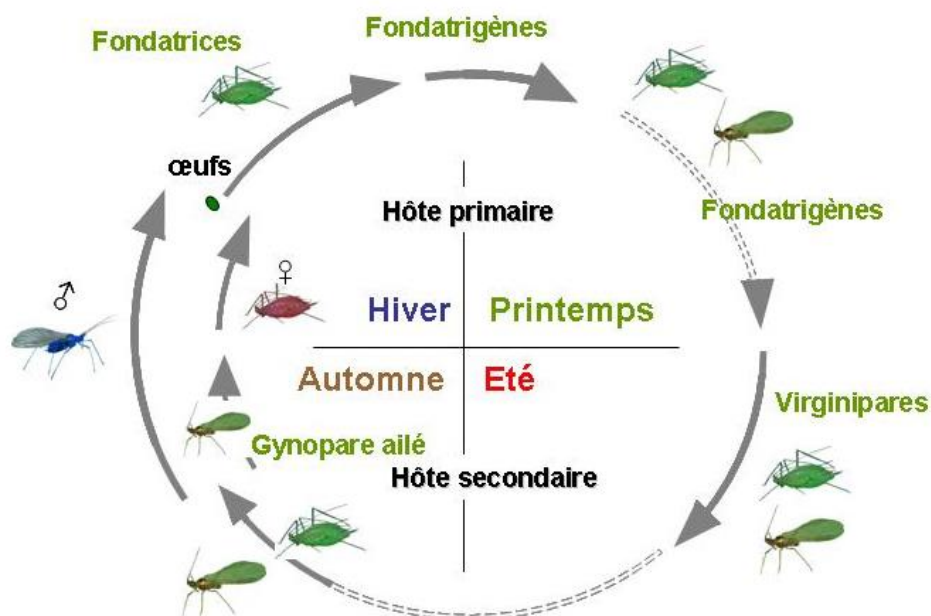


Figure 5 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (INRA, 2018)

2.4 Dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture (Fournier, 2010). Ils peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et *al.*, 2004). Les pertes que causent les pucerons sont de deux types:

2.4.1 Dégâts directs

D'après Harmel et *al.* (2008), c'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes qui provoquent des dégâts directs sur ces dernières. Les piqûres alimentaires sont irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation, l'enroulement et la dépigmentation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Christelle, 2007) (Fig. 6).



Figure 6 : Enroulement des feuilles de tomate (Anonyme, 2019)

2.4.2 Dégâts indirects

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

2.4.2.1 Miellat et fumagine

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes (Fig. 7). Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Christelle, 2007 ; Giordanengo et *al.*, 2010).



Figure7 : Fumagine sur folioles et fruits de tomate (INRA, 2013)

2.4.2.2 Transmission de virus phytopathogènes

Selon Deguine et Leclant (1997), c'est la prise de nourriture qui occasionne l'acquisition et la transmission des virus. D'après Raccah et Fereres (2009), un même virus peut être transmis par plusieurs espèces vectrices (le virus Y de la pomme de terre, PVY, peut être transmis par plus de 70 espèces de puceron), et chacune pouvant transmettre plusieurs virus (le puceron vert du pécher est capable de transmettre plus de 20 espèces virales différentes).

2.5 Lutte contre les pucerons

2.5.1 Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture comme l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (Wang et *al.*, 2000; Lambert, 2005).

2.5.2 Lutte chimique

Les méthodes de lutte chimique engagées consistent en l'application d'aphicides, dont les Pyréthrinoides, les Organosphorés, les Carbamates et les Néonitinoïdes (Dedryver, 2007). L'application d'insecticide contre les pucerons se situe au printemps dès l'apparition des premières colonies. Le nombre d'application varie selon les années, les régions et surtout selon l'importance des attaques (Bayoun et *al.*, 1995 in Benoufella-Kitous, 2005). Toutefois, les insecticides présentent des inconvénients : ils coûtent chers, nuisent à l'écosystème et à

l'environnement et tuent les insectes auxiliaires. Des plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimiques utilisées (Dogimont et *al.*, 2010).

2.5.3 Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisées pour le piégeage de masse ou le piégeage d'avertissement (Ryckewaert et Fabre, 2001).

2.5.4 Lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation des ennemis naturels ou auxiliaires des cultures pour réduire les niveaux des populations aphidiennes à des seuils économiquement tolérables (Sullivan, 2005). C'est une méthode bien ciblée. Les ennemis des pucerons peuvent être classés comme suit :

2.5.4.1 Prédateurs

Les prédateurs constituent un élément déterminant dans la régulation des populations de ravageurs des cultures. Des recherches menées sur l'emploi des insectes prédateurs en lutte biologique ont montré que parmi ces derniers, les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) (Fig. 8), les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) (Fig. 9), les syrphes (Diptera : Syrphidae) (Fig. 10) et les hémérobés (Neuroptera : Hemerobiidae) présentent un grand intérêt dans la régulation des populations de pucerons (Saharaoui, 1998).



Figure 8: Adulte de *Coccinella algerica* Kovàr, 1977 (Anonyme, 2019)



Figure9 : Adulte de *Chrysoperla carnea* Stephens, 1836 (Anonyme, 2019)



Figure10 : Adulte d'*Episyrphus balteatus* De Geer, 1776 (Anonyme, 2019)

2.5.4.2 Parasitoïdes

Les parasitoïdes sont 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 (Olivier et *al.*, 2012). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999).

Les importants parasitoïdes de pucerons sont des Hyménoptères appartenant à deux familles : les Aphelinidae tels que *Aphelinus mali* (Fig. 11) et les Aphidiidae avec les genres *Praon*, *Aphidius*, *Ephedrus* et *Trioxys* (Grassé, 1951).



Figure 11 : Adulte d'*Aphelinus mali* pondant dans un puceron (INRA, 2009)

2.5.4.3 Pathogènes

D'après Deguine et Leclant (1997), ce sont des micro-organismes essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des Entomophthorales, qui aident à l'élimination des pucerons (Fig. 12).



Figure 12: Pucerons piégés par un champignon entomophthoral (INRA, 2018)

Chapitre 2

Présentation de la région d'étude

2. Données climatiques

Le climat est défini comme un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques (Rogers, 2006). D'après Lévêque (2001) et Faurie et *al.* (2003), le climat est un facteur principal qui agit directement sur le contrôle et la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes. Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physicochimiques du milieu impactent la morphologie, la physiologie et le comportement (Dajoz, 2003).

Les données utilisées pour caractériser l'état climatique de notre région d'étude émanent de l'Office National de Météorologie de la wilaya de Tizi-Ouzou (O.N.M.T.O.).

2.1 Température

La température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Ce facteur agit sur l'activité biologique et écologique des êtres vivants (Dajoz, 2006).

Les valeurs moyennes des températures moyennes, maximales et minimales des 8 premiers mois de l'année 2019 (janvier à août) sont illustrées dans la figure 15.

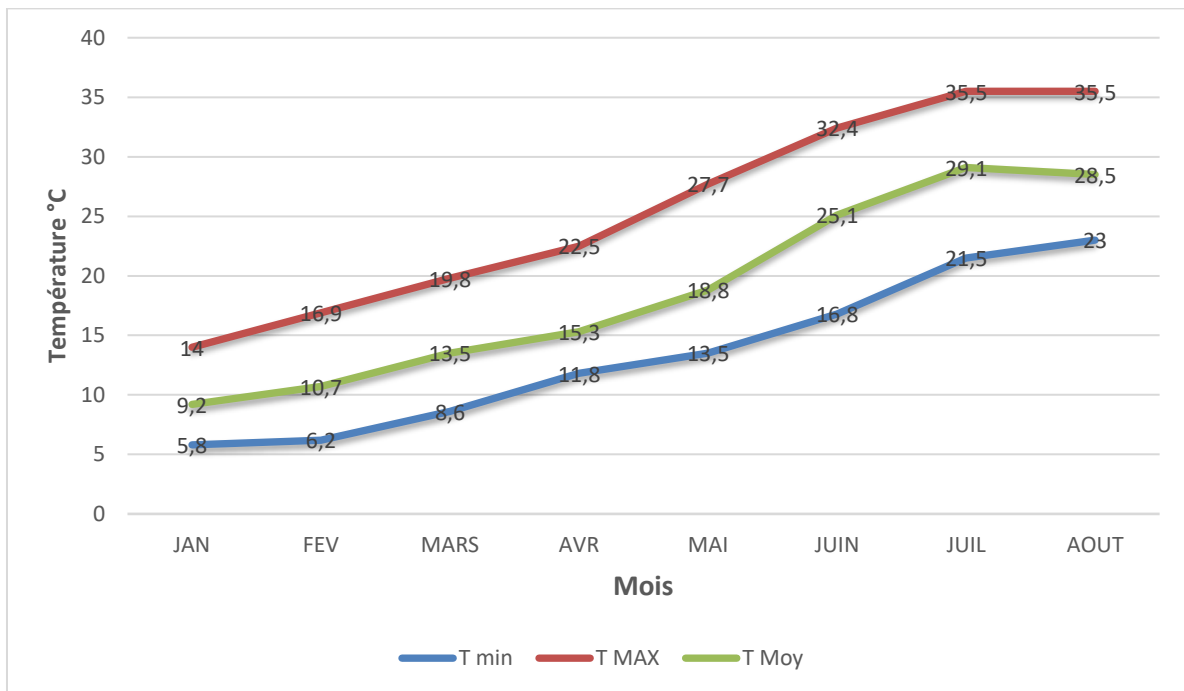


Figure 14 : Températures moyennes, maximales et minimales mensuelles de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)

Durant la période d'étude, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne de 29,1°C et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne de 9,2°C (Fig. 15).

2.2 Pluviométrie

La pluviométrie désigne la quantité totale de précipitation (pluie, grêle, neige) reçue par unité de surface et unité de temps (Ramade,2003). Les précipitations déterminent l'aptitude des pucerons à se déplacer. En effet, lorsqu'elles sont trop abondantes et violentes, les pluies empêchent l'envol des pucerons. Elles entraînent également la mort d'un grand nombre par noyade (Leclant,1970 *in* Kitous et Laddaoui,1998).

Les moyennes de la pluviométrie des 8 premiers mois de l'année 2019 sont illustrées dans la figure 16.

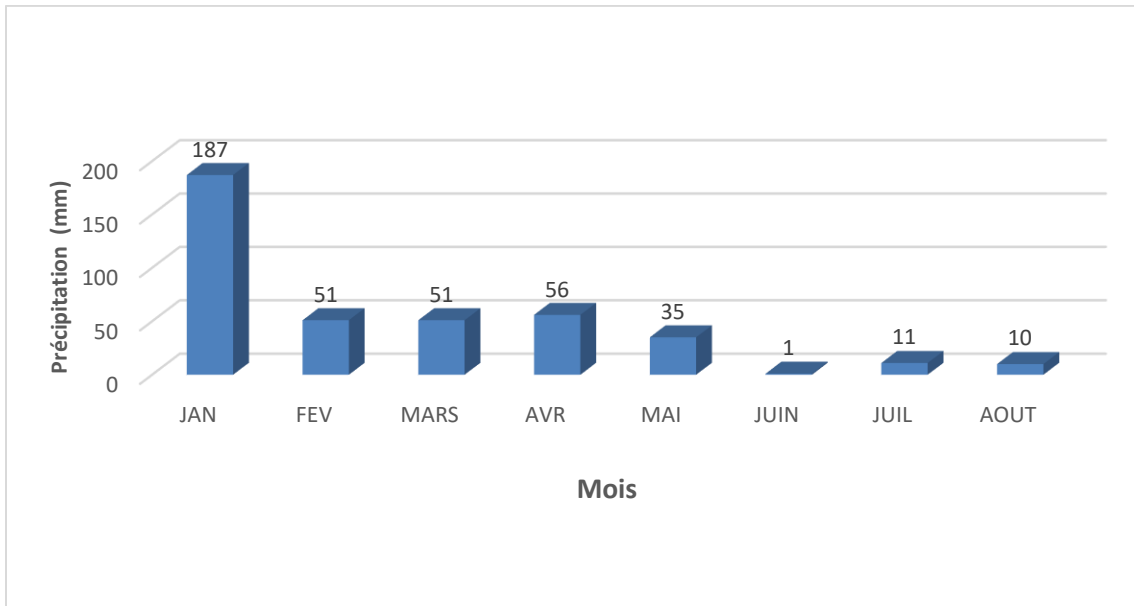


Figure 15 : Moyennes des précipitations de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)

Le diagramme ci-dessus démontre que le mois le plus pluvieux et le mois de janvier avec une moyenne de 187 mm et le mois le moins pluvieux est le mois de juin avec une moyenne de 1 mm.

2.3 Vent

Le vent a un pouvoir desséchant en augmentant l'évaporation. Il a aussi un pouvoir de refroidissement considérable et il est également un agent de dispersion des animaux et des végétaux (Dajoz, 2006).

Les valeurs moyennes des vents relevées les premiers mois de l'année 2019 sont représentées par la figure 17.

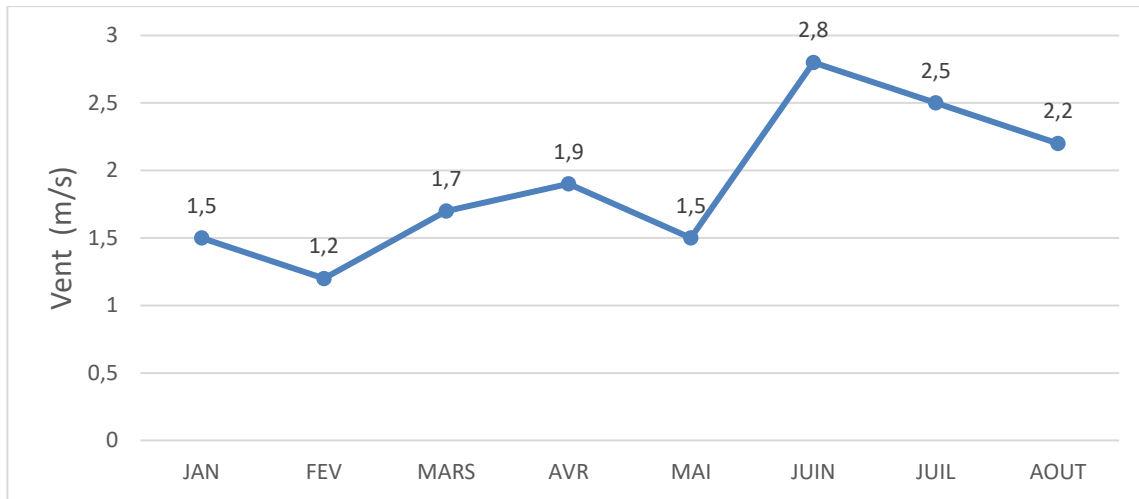


Figure 16 : Valeurs moyennes des vents de janvier à août 2019 (O.N.M.T.O., 2019)

Durant la période d'étude, le mois le plus venté est le mois de juin avec une vitesse de 2.8 m/s. Le mois le moins venté est le mois de février avec une vitesse de 1,2 m/s (Fig. 17).

2.4 Humidité relative de l'air

L'hygrométrie désigne la teneur en vapeur d'eau dans l'atmosphère (Ramade, 2003). D'après Dajoz (1985), l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse de développement des espèces, sur leur fécondité et leur comportement.

Les valeurs de l'humidité relative moyenne relevées du mois de janvier au mois d'août de l'année 2019 sont représentées dans la figure 18.

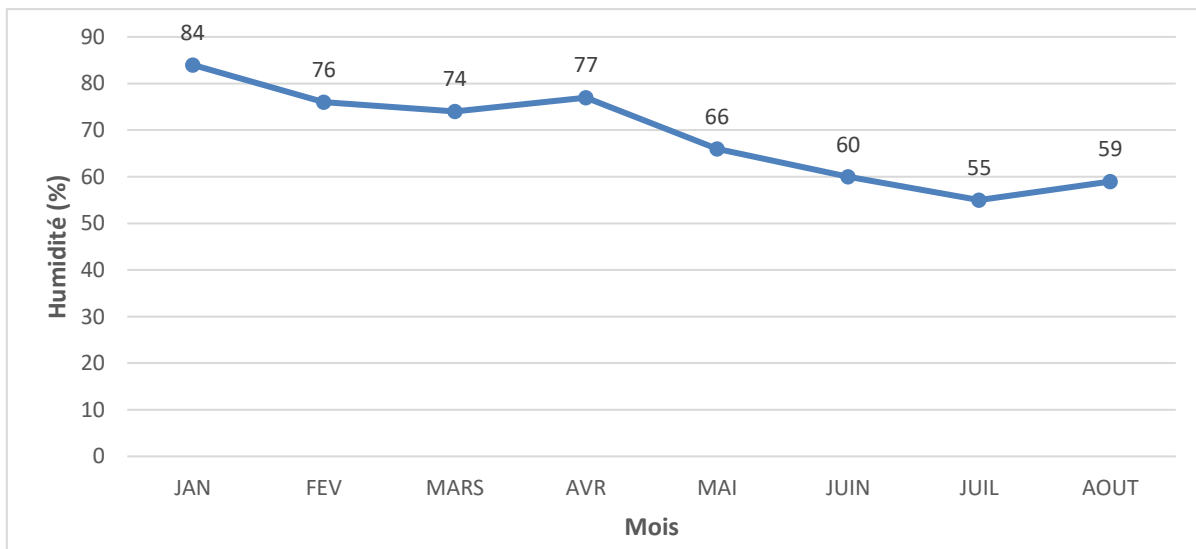


Figure 17 : Valeurs moyennes de l'humidité relative de janvier à août 2019(O.N.M.T.O., 2019)

Il ressort de la figure 18 que l'humidité relative la plus élevée est enregistrée au mois de janvier avec un taux de 84%.

3. Synthèse climatique

La wilaya de Tizi-Ouzou qui est une partie d'Algérie du nord se situe sur la zone de contact et de lutte entre les masses d'air polaire et tropical.

Des mois d'octobre-novembre à Mars-Avril, les masses d'air arctique l'emportent généralement et déterminent une saison froide et humide. Les autres mois de l'année, les masses d'air tropical remontent et créent chaleur et sécheresse. Le temps variable, fréquent sur la wilaya est créé par des fronts discontinus dus à la circulation zonale (d'Ouest en Est) de l'air.

L'humidité dans la wilaya est due à des dépressions de front polaire qui balaient les montagnes et provoquent la pluie et la neige (O.N.M.T.O).

3.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953). Sur le même graphe les courbes des précipitations et des températures moyennes mensuelles sont représentées. Le croisement de ces deux courbes permet de déterminer l'importance et la durée de la saison sèche.

Gaussen considère le climat d'un mois comme sec si les précipitations exprimées en millimètre sont inférieures au double de la température moyenne exprimée en C°. La relation entre les deux paramètres est la suivante : $P \geq 2T$

P : Précipitations moyennes mensuelles en mm.

T : Température moyenne mensuelle en degrés Celsius.

D'après la figure 19, la période sèche s'étend de la fin du mois de mai à la fin du mois de septembre, elle correspond à la période estivale caractéristique du climat méditerranéen.

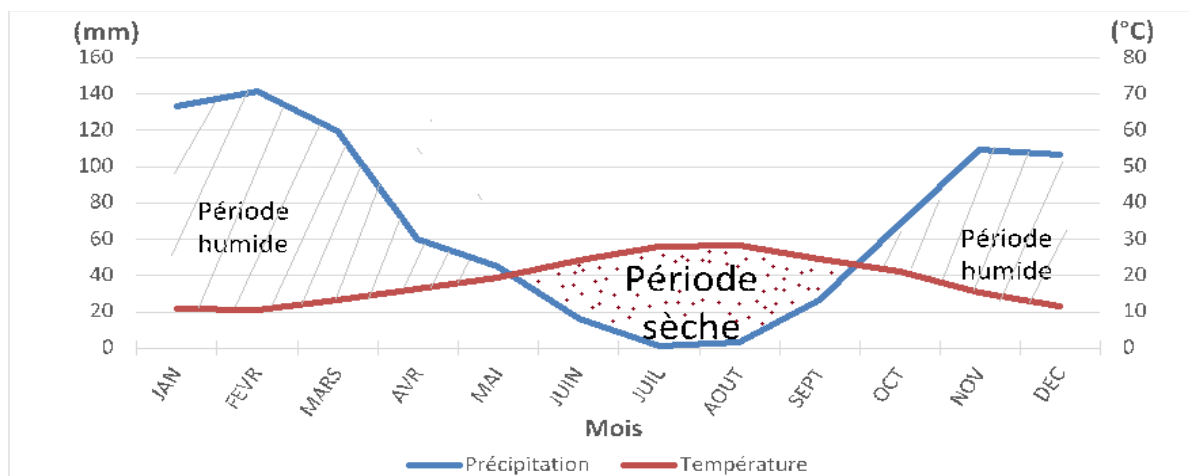


Figure 18 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 7 ans (2012-2018) (O.N.M.T.O, 2019)

3.2 Quotient pluviométrique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet le classement des différents types de climat. Il permet de définir un quotient pluviométrique qui permet de distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen (Dajoz, 2000).

Le quotient pluviométrique d'Emberger est calculé grâce à la formule suivante (Stewart, 1969) :

$$Q_2 = 3.43 \frac{P}{M - m}$$

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimée en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en °C.

Selon les variantes climatiques (froid, frais, doux, chaud) et les valeurs du quotient d'Emberger, nous pouvons déterminer l'étage bioclimatique de notre région d'étude. Plus la sécheresse annuelle globale sera grande, plus le quotient sera petit.

Dans notre cas et sur une étude des données climatiques sur une période de 7 ans (2012 à 2018), nous avons :

- P = 829,9 mm
 - M = 36°C
 - m = 6,6 °C
- **Q₂ = 96,82**

Le quotient de notre région d'étude est égal à 96.82. Cette région se situe donc dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (tempéré) (Fig. 20).

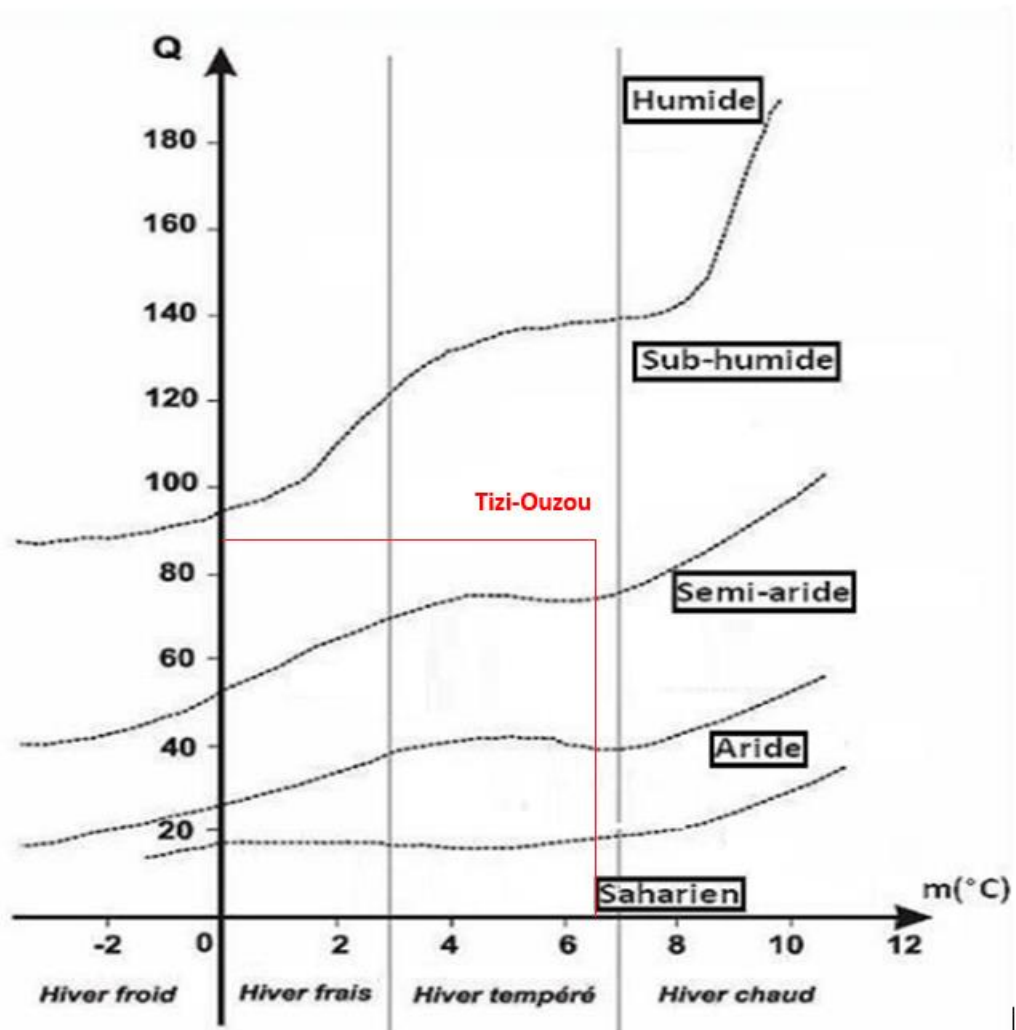


Figure 19 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou

Chapitre 3

Matériel et méthodes

Le matériel utilisé ainsi que la méthodologie de travail adoptée pour la réalisation de ce travail sont exposés dans ce chapitre.

1 Matériel

1.1 Matériel végétal

Nous avons réalisé le présent travail dans une parcelle de tomate en plein champ (variété zin 45) plantée le 25 avril 2019 sur une superficie de 2 hectares (l = 1hectare x L= 2hectares) (Fig. 20).



Figure 20 : Parcelle d'étude au début du mois de mai (Originale, 2019)

A proximité de la parcelle d'étude, nous avons remarqué la présence de différentes plantes et arbres fruitiers (orangers, citronniers, figuiers, vignes, melon, courgette, maïs, ...).

1.2 Bassines jaunes

Les pièges jaunes à eau sont des bassines en plastique de couleur jaune (Fig. 21). Ces pièges colorés sont les plus fréquemment utilisés dans les études entomologiques faunistiques des milieux agricoles. Ils sont simples à utiliser, efficaces, peu onéreux et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure (Mignon et *al.*, 2003).



Figure 21 : Bassine jaune (Originale, 2019)

1.3 Pinceau fin

Nous avons eu besoin aussi d'un pinceau fin que nous avons utilisé pour récupérer les pucerons piégés dans les bassines.

1.4 Tubes à essai et éthanol à 70%

Les tubes à essai avec bouchon étanche remplis d'éthanol à 70% ont été utilisés pour conserver les pucerons que nous récupérons des bassines afin de les identifier dans un second temps.

Au laboratoire, nous avons employé le matériel suivant :

- Des boites de pétri en plastique, dans lesquelles nous avons versé les pucerons pour identification et comptage.
- Une loupe binoculaire pour l'observation des pucerons.
- Des épingle entomologiques pour assurer les différentes manipulations.

2. Méthodologie de travail appliquée sur le terrain

2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental mis en place a pour objectif de faire l'inventaire et l'étude des fluctuations des aphides. Ceci afin de caractériser l'importance de l'activité de vol du plus grand nombre possible des espèces de pucerons rencontrées tout le long de l'expérimentation.

La parcelle a été divisée en neuf blocs (Fig. 22). Au milieu de chaque bloc est disposée une bassine jaune remplie aux deux tiers de sa hauteur d'eau additionnée à un mouillant afin de réduire la tension superficielle de l'eau.

L'attraction des pucerons par la couleur jaune est connue depuis longtemps. Cette couleur tend à provoquer l'atterrissage de ces insectes (Yattara et Francis, 2013).

L'étude sur le terrain a débutée le 06 mai 2019 avec le dépôt des pièges dans la parcelle. Les prélèvements se sont déroulés du 13 mai au 29 juillet 2019 avec un total de 12 prélèvements à raison d'un prélèvement par semaine.



Figure 22 : Illustration du dispositif expérimental (Originale, 2019)

2.2 Méthode d'échantillonnage des pucerons ailés

Les pucerons pris dans les pièges jaunes sont prélevés une fois par semaine à l'aide d'un pinceau. Ils sont conservés dans des tubes à essai remplis d'éthanol à 70% comportant une étiquette sur laquelle est indiquée la date de prélèvement. L'eau est ajoutée régulièrement en période de forte chaleur et est renouvelée lors des prélèvements.

2.3 Méthode d'échantillonnage des pucerons aptères

Toujours à raison d'une fois par semaine, des contrôles visuels directs sur la plante sont effectués. A chaque fois, nous examinons les organes végétaux de la plante surtout la face inférieure des feuilles, à raison d'une plante par bloc, puis nous prélevons délicatement les pucerons à l'aide d'un pinceau. Les pucerons prélevés sont conservés et étiquetés de la même manière que les pucerons ailés.

2.4 Méthode d'échantillonnage des auxiliaires

Les observations directes sur la même plante où sont prélevés les pucerons aptères sont réalisées hebdomadaires afin de recenser les insectes auxiliaires. Ces derniers sont également récupérés dans les pièges jaunes. Les échantillons récoltés sont mis dans des boîtes de pétri, sur lesquelles sont mentionnées la date de capture.

Pour le cas des parasitoïdes, à chaque sortie, nous avons examiné les feuilles de la plante où sont échantillonnés les pucerons aptères. Les momies trouvées sont dénombrées, maintenues sur le support végétal et placées dans des boîtes de pétri étiquetées avec la date de récolte.

2.5 Méthode d'échantillonnage des plantes adventices

Pour la réalisation d'un inventaire de la flore adventice présente dans la parcelle d'étude, il est nécessaire de procéder à des prélèvements des plantes adventices.

Après avoir pris le soin de récolter les plantes avec les racines, la tige, les feuilles et les fleurs, il est nécessaire de les faire sécher dans du papier journal afin de les identifier par un expert dans un second temps.

3. Méthodologie de travail appliquée au laboratoire

3.1 Tri des pucerons (aptères, ailés)

Pour procéder au tri des pucerons, le contenu du tube à essai est versé dans une boîte de pétri. L'identification et le dénombrement des individus des différentes espèces de pucerons aptères et ailés sont effectués directement sous la loupe binoculaire.

3.2 Identification des pucerons

Selon Leclant (1978), la détermination des aphides se base sur la morphologie de la forme aptère et ailée. Il s'agit des clés d'identification reposant sur les critères morphologiques de différentes espèces. L'identification des espèces de pucerons capturés a été réalisée par Madame BENOUFELLA-KITOUS au niveau du laboratoire de production, amélioration et protection des végétaux de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou.

3.3 Dénombrement des pucerons

Après identification des pucerons, nous avons procédé au dénombrement des individus de chaque espèce.

3.4 Suivi et dénombrement des auxiliaires

Les larves prédatrices recueillies sur les colonies aphidiennes sont mises en élevage dans des boîtes en plastique en présence de pucerons. Les nymphes et les pupes sont récupérées et

maintenues dans des boîtes de pétri jusqu'à la sortie des adultes qui seront alors faciles à déterminer. L'identification des auxiliaires a été réalisée par Melle Ait Amar au niveau du laboratoire de production, amélioration et protection des végétaux de l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

4. Méthode d'analyse des résultats

4.1 Qualité de l'échantillonnage

Selon Blondel (1979), l'analyse de la qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport :

$$Q = a/N$$

a : est le nombre d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire.

N : est le nombre de relevés dans la parcelle.

Plus a/N tend vers zéro plus la qualité est meilleure.

4.2 Exploitation des résultats par les indices écologiques

Dans cette étude, nous avons utilisé les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

4.2.1 Indices écologiques de composition

La richesse totale **S**, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont les indices de composition utilisés dans cette étude.

4.2.1.1 Richesse totale S

La richesse totale **S** est égale au nombre total des espèces présentes (Blondel, 1979, Ramade, 1984).

4.2.1.2 Fréquence centésimale

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce (**ni**) prise en considération par rapport au nombre total des individus (**N**) toutes espèces confondues (Dajoz, 1971).

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

ni : est le nombre d'individus des espèces **i** prise en considération.

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

4.2.1.3 Constance ou fréquence d'occurrence

La constance désigne en écologie le degré de fréquence avec lequel une espèce d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière (RAMADE, 2008).

D'après Dajoz (1971), la constance est le rapport sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i (P) pris en considération, divisé par le nombre total de relevés.

$$C = \left(\frac{P}{N}\right) \times 100$$

P : est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

N : est le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur C , les espèces sont classées comme suit :

- $C=100\%$: Espèce omniprésente.
- $C > 75\%$: Espèce constante.
- $50\% < C < 75\%$: Espèce régulière.
- $25\% < C < 50\%$: Espèce accessoire.
- $5\% < C < 25\%$: Espèce accidentelle.
- $C < 5\%$: Espèce rare.

4.2.2 Indices écologiques de structure

Les deux indices écologiques de structure utilisés dans notre étude sont l'indice de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité E .

4.2.2.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver (H') est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité (Blondel et al., 1973). Selon Ramade (1984), cet indice est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S q_i \log_2 q_i$$

H' : est l'indice de diversité exprimé en bits.

q_i : est l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce. Il est égal à n_i/N

n_i : est le nombre des individus de l'espèce i

N : est le nombre total des individus.

S : est le nombre total d'espèces.

Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand (Blondel, 1979).

4.2.2.2 Indice d'équitabilité E (ou de régularité)

L'équitabilité est le rapport de la diversité spécifique à la diversité maximale. (Ponel, 1983). Il est calculé par la formule suivante :

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

H' : est l'indice observé de la diversité.

H'max : est l'indice maximal de la diversité.

D'après Ramade (1994), les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Quand **E** est inférieur à 0.5 et tend vers 0, ceci traduit que les effectifs des populations en présence sont en déséquilibre entre elles au sein d'un peuplement où une ou deux espèces seulement pullulent par rapport aux autres. Si **E** est supérieur à 0.5 et tend vers 1, il s'établit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces composant cette population.

Chapitre 4

Résultats et discussion

1. Etude des aphides

1.1 Résultats de l'inventaire global des aphides

Au cours de notre étude expérimentale, nous avons effectué un inventaire des espèces de pucerons vivant sur tomate durant la période allant du 06 mai 2019 jusqu'au 29 juillet 2019. Cet inventaire nous a permis de dresser une liste systématique de 29 espèces de pucerons. Les espèces sont classées selon le catalogue « Les aphides du monde » de Remaudière et Remaudière (1997) et sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de tomate située dans la région de Boukhalfa

Sous-famille	Tribus	Genre	Espèces
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. coreopsidis</i> Thomas, 1878
			<i>A. craccivora</i> Koch, 1854
			<i>A. fabae</i> Scopoli, 1763
	<i>A. gossypii</i> Glover, 1877		
	<i>A. idaei</i> Van Der Goot, 1912		
	<i>Aphis</i> sp.		
	<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i> Geoffrey, 1762	
	<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i> Fitch, 1856	
		<i>R. padi</i> Linnaeus, 1758	
	Macrosiphini	<i>Amphorophora</i>	<i>A. rubi</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i> Linnaeus, 1758
			<i>B. helichrysi</i> Kaltenbach, 1843
			<i>B. rumexicolens</i> Patch, 1917
<i>Diuraphis</i>		<i>D. foeniculus</i> Theobald 1923	
		<i>D. noxia</i> Kurdjumov, 1913	
<i>Dysaphis</i>		<i>D. apiifolia</i> Theobald, 1923	
	<i>D. plantaginea</i> Passerini, 1860		
<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i> Linnaeus, 1758		
	<i>Hyperomyzus</i> sp.		
<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i> Kaltenbach, 1843		
<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i> Thomas, 1878		
	<i>M. rosae</i> Linnaeus, 1785		

		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i> Sulzer, 1776 <i>Myzus</i> sp.
Calaphidinae	Panaphidini	<i>Therioaphis</i>	<i>Therioaphis</i> sp.
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i> Passerini, 1860
	Chaitophorini	<i>Chaitophorus</i>	<i>Chaitophorus</i> sp.
Eriosomatinae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.

Pendant la saison de piégeage étalée sur 12 semaines, nous avons identifié 29 espèces de pucerons appartenant à quatre sous-familles, à savoir : les Aphidinae, les Calaphidinae, les Chaitophorinae et les Eriosomatinae. Elles sont réparties en six tribus (Aphidini, Macrosiphini, Calaphidinae, Chaitophorinae et Eriosomatinae) et seize genres.

La sous-famille la plus abondante du point de vue qualitatif est celle des Aphidinae. Elle regroupe deux tribus, celle des Aphidini et celle des Macrosiphini. La première compte trois genres : *Aphis*, *Hyalopterus* et *Rhopalosiphum*. Le genre le plus dominant est *Aphis* avec six espèces qui sont : *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. idaei*, *A. coreopsidis* et *Aphis* sp. Suivi du genre *Rhopalosiphum* avec deux espèces *R. maidis* et *R. padi*. Enfin, le genre *Hyalopterus* avec une seule espèce *H. pruni*. La deuxième tribu est représentée par neuf genres : *Brachycaudus* avec trois espèces. Puis *Diuraphis*, *Dysaphis*, *Hyperomyzus*, *Macrosiphum* et *Myzus* avec deux espèces chacun. Enfin, *Aulacorthum*, *Amphorophora* et *Lipaphis* avec une seule espèce chacun.

La deuxième sous famille est celle des Chaitophorinae. Elle compte deux tribus (Atheroidini et Chaitophorini) avec deux genres (*Sipha* et *Chaitophorus*) avec une espèce chacun.

La troisième sous-famille est celle des Calaphidinae. Elle est formée par une seule tribu, les Panaphidini, avec un seul genre, *Therioaphis*, et comportant une seule espèce qui est *Therioaphis* sp.

La quatrième sous-famille est celle des Eriosomatinae. Cette dernière est également formée d'une tribu (Pemphigini) et représentée par un seul genre (*Pemphigus*) qui lui-même comporte une seule espèce (*Pemphigus* sp.).

Ait-Amar et Toumi-Bara (2013) ont travaillé sur les aphides de la pomme de terre dans la région de Drâa-Ben-Khedda (Tizi-Ouzou) et ont recensé 55 espèces appartenant à cinq sous-familles. Celle des Aphidinae qui est la plus importante avec deux tribus : les Aphidini et les Macrosiphini. Laamari (2004) dans son étude sur les pucerons de la pomme de terre dans la région de Guellal (Sétif), a recensé 61 espèces appartenant à sept sous-familles.

Benramdane (2015), qui a travaillé dans la région d'EL Harrach sur la pomme de terre variété Fabula, signale 12 espèces dont 8 espèces sont présentes dans la parcelle d'étude : *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. solani*, *B. helichrysi*, *H. lactucae*, *M. euphorbiae*, *M. rosae* et *M. persicae*.

En Belgique, Yattara et Francis (2013) ont noté aussi la présence dans une culture de pomme de terre des espèces suivantes : *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. idaei*, *Aphis* sp, *R. padi*, *A. solani*, *B. helichrysi*, *D. plantaginea*, *H. lactucae*, *L. erysimi*, *M. euphorbiae*, *M. rosae*, *M. persicae*, et *Pemphigus* sp.

Benoufella-Kitous et al. (2014) dans la région de Drâa-Ben-Khedda (Tizi-Ouzou) a révélé l'existence de 53 espèces aphidiennes sur pomme de terre. A Tizi-Rached, Kdyem et Makour (2017) ont identifié dans une parcelle de *S. tuberosum* 30 espèces de pucerons appartenant à trois sous-familles : Aphidinae, Chaitophorinae et Erisomatinae.

Cette variation dans la diversité aphidienne d'une région à une autre peut être due à l'influence de différents facteurs comme les conditions climatiques ou encore à la présence des plantes hôtes.

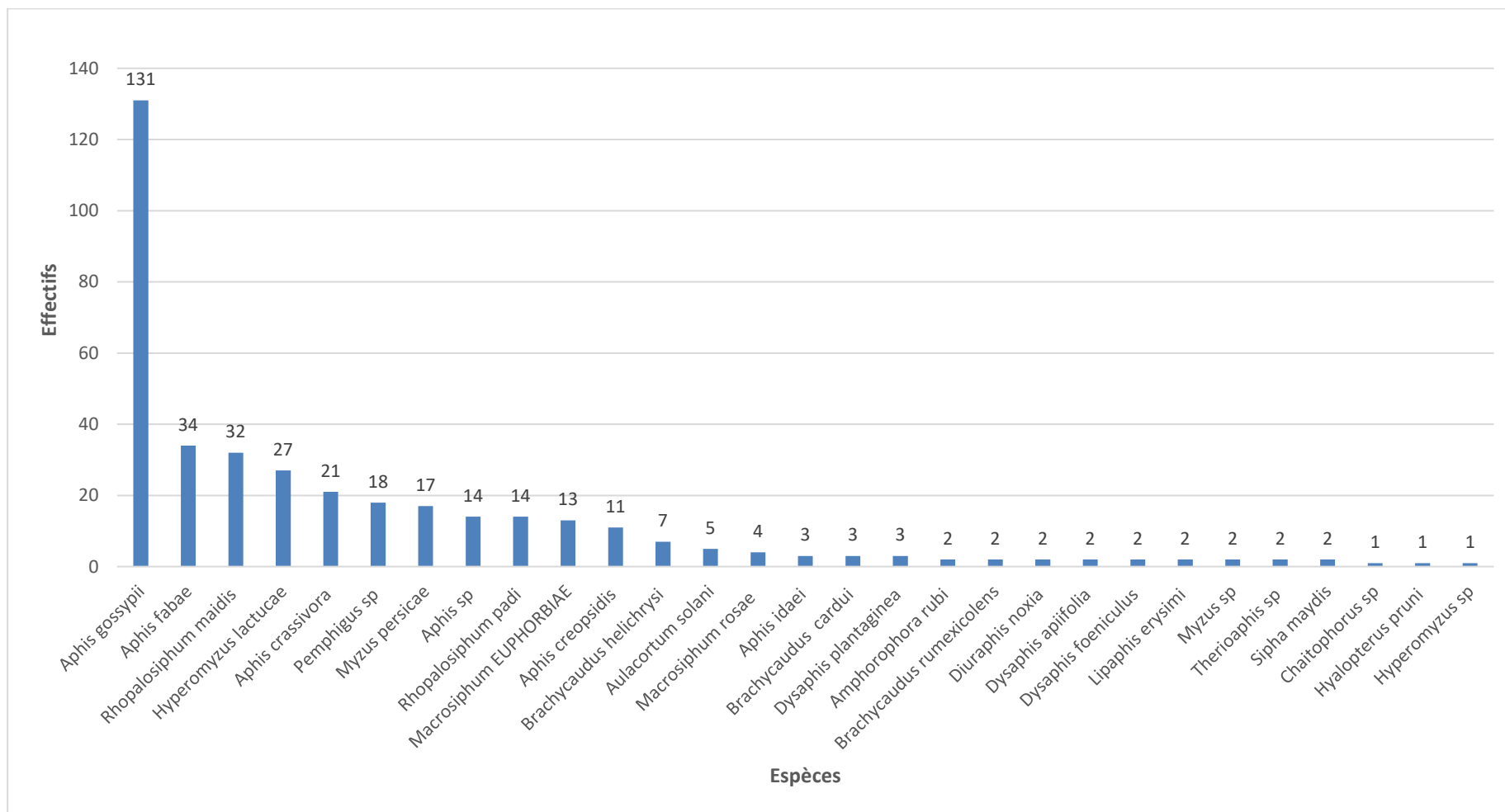


Figure 23 : Effectif par ordre d'importance des espèces de pucerons capturées avec les pièges jaunes

1.2 Etude des fluctuations des populations de pucerons recensés

1.2.1 Résultats des captures par les pièges jaunes

1.2.1.1 Importance des pucerons capturés

L'effectif des différentes espèces de pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes est présenté dans la figure 23.

L'espèce *A. gossypii* est l'espèce la plus abondante avec 131 individus. L'abondance élevée de cette espèce peut s'expliquer par la présence de ses plantes hôtes telles que les Solanacées et les Astéracées (Annexe 1). Autrique et Ntahimpera (1994) signalent qu'*A. gossypii* est attiré par ces mêmes plantes. En Chine, Lopes et al. (2012) mentionnent *A. gossypii* comme étant une espèce dominante avec un taux de 99% des pucerons identifiés dans les cultures des courgettes. Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993) ont observé *A. gossypii* sur aubergine, piment, concombre et melon. A Biskra, cet aphide a été observé sur piment et poivron par Bakroune (2012).

En deuxième position, *A. fabae* est recensé avec 34 individus. Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993) l'ont aussi observé sur aubergine et concombre.

La troisième position est occupée par *R. maidis* avec 32 individus. La présence de *R. maidis* et *R. padi* est probablement due à la présence de ses hôtes, essentiellement des graminées adventices et cultivées tel que le maïs qui est cultivé dans les champs aux alentours de notre parcelle d'étude.

La présence abondante de l'espèce *H. lactucae* avec 27 individus peut s'expliquer par la présence de sa plante hôte primaire : la vigne. L'hôte secondaire de cette espèce est représenté par les Astéracées (laiteron, laitue), où elle se trouve en colonies de plusieurs individus vivant au cœur des feuilles, parfois en colonies mixtes avec *Nasonovia ribisnigri* (Hullé et al., 1999). *M. persicae* est recensée avec un effectif de 17 individus. D'après Hullé et al. (1999), cette espèce a pour hôte primaire le pêcher et d'autres Rosacées du genre *Prunus* et pour hôte secondaire une cinquantaine de plantes botaniques dont les Solanacées.

Les espèces *A. solani* et *M. euphorbiae* sont attirées par de nombreuses plantes hôtes, parmi elles les Composées et les Solanacées dont la tomate (Autrique et Ntahimpera, 1994).

B. helichrysi est attirée par les Astéracées (Hullé et al., 2010), ce qui peut expliquer sa présence avec 7 individus.

En très faible nombre sont recensées les espèces *M. rosae*, *A. idaei*, *B. cardui*, *D. plantaginea*, *A. rubi*, *B. rumexicolens*, *D. noxia*, *D. apiifolia*, *D. foeniculus*, *L. erysimi*, *Myzus* sp., *Therioaphis* sp., *S. maydis*, *Chaitophorus* sp., *H. pruni* et *Hyperomyzus* sp. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'ils étaient de passage ou par l'absence de leurs hôtes principaux dans

ou aux alentours de la parcelle. A titre d'exemple, *B. cardui* a pour hôte primaire le prunier, l'abricotier et le merisier, et pour hôte secondaire les Astéracées.

1.2.1.2 Fluctuations de la population globale des pucerons ailés

Nous avons reporté dans la figure 24, les résultats concernant le dénombrement des pucerons ailés capturés par les pièges dans la parcelle de tomate durant la période allant du 13 mai au 29 juillet.

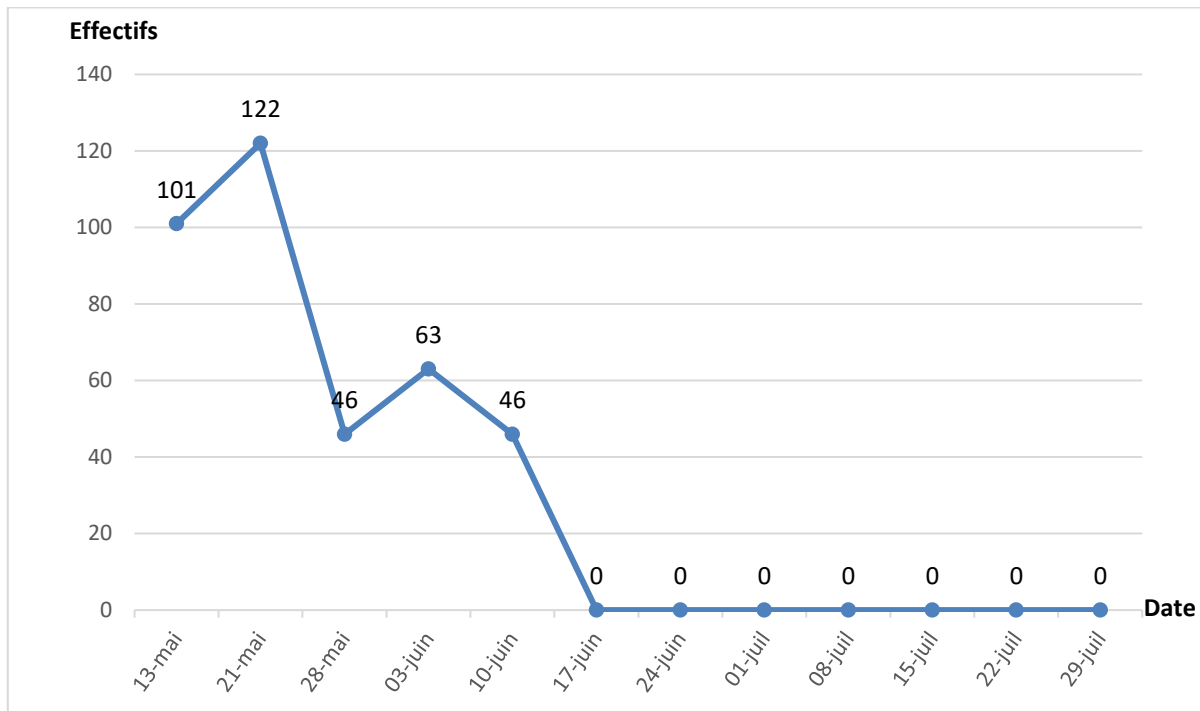


Figure 24 : Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans la parcelle de tomate

Les résultats obtenus durant les 12 prélèvements effectués au cours des trois mois d'expérimentation, montrent que l'effectif des pucerons dans la parcelle d'étude est élevé dès le départ avec deux activités de vol. L'examen de la figure 24 montre une augmentation des effectifs des pucerons ailés au cours des premières semaines du mois de mai jusqu'à atteindre un effectif de 122 individus le 21 mai 2019. C'est la période de migration de la plupart des pucerons dioeciques des plantes hôtes principales vers les plants secondaires. C'est ce qui est appelé aussi le vol de contamination.

L'activité des pucerons faible observée le 28 mai 2019 avec une baisse d'effectif jusqu'à 46 individus, est probablement due aux précipitations enregistrées à cette période. Selon Dedryver (1982), les pluies intenses interdisent et retardent le vol des aphides.

La deuxième période de vol est observée à partir du 28 mai avec un pic de 63 individus le 03 juin. Cet accroissement est le résultat des conditions climatiques favorables telles que des journées ensoleillées et les températures favorables (entre 23 °C et 25°C) au

déplacement des aphides. Selon Bonnemaïson (1950), la température peut influencer sur le nombre des ailés produits, sur leur capacité à s’envoler et favorise leur mobilité. Selon le même auteur, les vols de pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20 et 30°C.

Cette augmentation peut s’expliquer aussi par la diversité des plantes hôtes présentes à ce moment dans la parcelle comme par exemple les Solanacées, les Astéracées, les Amarantacées, les Fumariacées, les Cypéracées et les Urticacées. Celles-ci attirent un très grand nombre de pucerons tels que : *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *M. persicae*, *H. lactucae* et *M. ascalonicus*.

A partir du 03 juin 2019, l’effectif des pucerons ailés diminue progressivement jusqu’à s’annuler le 17 juin. Cela coïncide d’une part avec le dessèchement des plantes hôtes ainsi que de la culture de tomate qui ne constituent plus une source nutritive pour les pucerons et d’autre part avec l’élévation des températures.

1.2.2 Résultats du dénombrement visuel

1.2.2.1 Importance numérique des espèces de pucerons aptères recensées sur la tomate

Les résultats du dénombrement des espèces aphidiennes recensées sur les feuilles de la tomate sont illustrés par la figure 25.

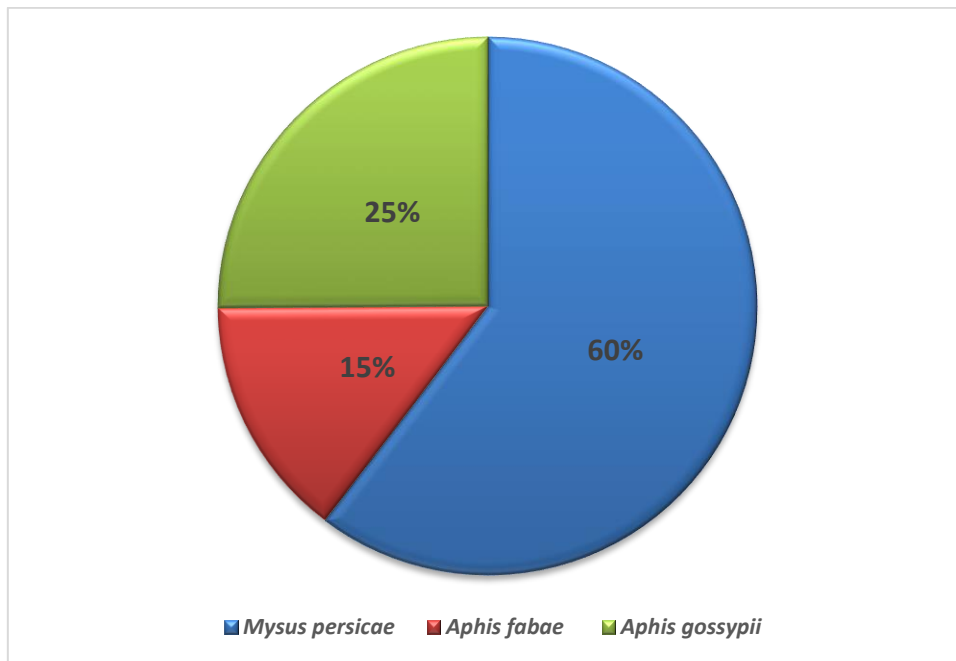


Figure 25 : Abondance relative des espèces installées sur les feuilles de la tomate

Durant notre étude, nous avons dénombré trois espèces de pucerons qui se sont installées sur les feuilles de la tomate, à savoir *M. persicae*, *A. gossypii* et *A. fabae*. La prédominance de *M. persicae* est toutefois remarquable avec un effectif de 403 individus

(60%), ce qui représente plus de la moitié des espèces recensées. Vient en deuxième position *A. gossypii* avec un effectif de 176 individus (25%), suivis par *A. fabae* avec un effectif 102 individus (15%).

D'après Hullé et *al.* (1999), trois espèces *M. euphorbae*, *A. gossypii* et *M. persicae* sont caractéristiques des Solanacées, en particulier la pomme de terre. A Tizi-Rached, Kdym et Makour (2017) ont recensé sur pomme de terre cinq espèces de pucerons installées sur les feuilles, qui sont ; *A. gossypii*, *M. euphorbae* *M. persicae*, *M. rosae* et *A. craccivora*.

Laamari (2004), dans la région de Guellal à Biskra, affirme que *M. euphorbae* est la plus observée sur feuille de pomme de terre, comme il note la présence de *M. persicae* avec un effectif de 154 individus sur une culture de pomme de terre. A Kati et Sikasso, au Mali, Yattara (2013) souligne la présence d'*A. gossypii* et *M. persicae* sur la même culture, pendant trois années de suite. Lopes et *al.* (2012) affirment la présence de ces deux dernières espèces sur pomme de terre en Chine. Dans la région de Drâa-Ben-Khedda (2013), Ait Amar et Toumi-Bara sur pomme de terre ont noté les trois espèces *M. euphorbiae*, *A. gossypii* et *M. persicae*.

La différence entre les effectifs des différentes espèces aptères installées sur les feuillages pourrait être due à un phénomène de compétition. En effet, Petersen et Sanström (2001 in Benoufella-Kitous, 2005) mentionnent que des interactions peuvent avoir lieu en cas d'une exploitation simultanée d'un seul hôte par plusieurs espèces aphidiennes. Ces interactions peuvent être d'ordre compétitif si ces espèces exploitent le même site ou d'ordre physiologique par l'incitation de la plante à produire des médiateurs chimiques qui agissent négativement sur le développement et la fertilité de l'une ou l'autre espèce. Par ailleurs, Telang et *al.* (1999 in Benoufella-Kitous, 2005) signalent que les pucerons peuvent éprouver des conditions alimentaires très différentes même quand ils se nourrissent de la même plante. Cette variation alimentaire est liée à la capacité différentielle des espèces aphidiennes à inciter la plante à produire une alimentation plus riche, surtout en acides aminés. Caractères morphologiques distinctifs des principales espèces inféodées à la tomate.

1.2.2.2 Fluctuations de la population globale des espèces aptères recensées sur la tomate

Les résultats de l'évolution de la population aphidiennes recensées sur les feuilles de la tomate sont illustrés dans la figure 26.

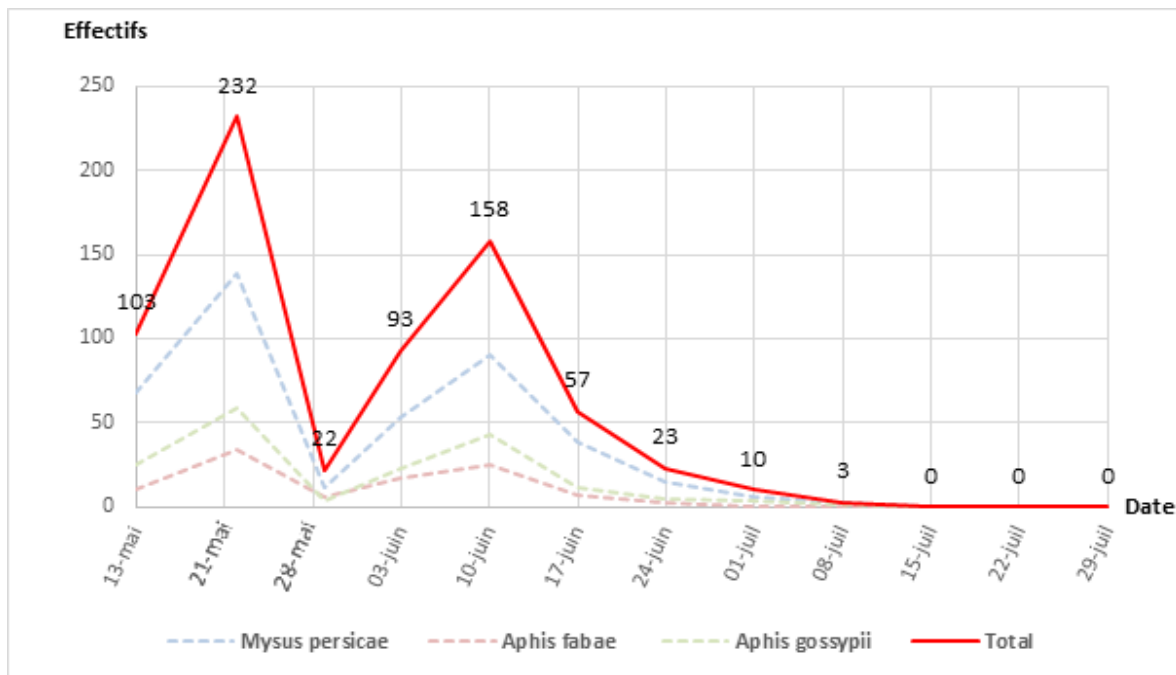


Figure 26 : Evolution de la population des pucerons aptères sur les feuilles de la tomate

La figure 26 montre la présence des espèces aptères dès la première sortie le 13 mai avec 103 individus au total.

Nous pouvons observer aussi deux pics d’infestations. Le premier, qui est le plus conséquent, est enregistré le 21 mai 2019 avec 232 individus. Cela pourrait être dû aux températures favorables qui ont été enregistrées entre le 13 mai 2019 (21,4°C) et le 21 mai 2019 (27,9°C) et qui ont permis la prolifération des aptères. La diminution brutale des effectifs observée le 28 mai 2019 est due probablement au traitement chimique contre le mildiou et aux pluies enregistrées durant cette semaine.

L’augmentation des populations de pucerons à partir du 03 juin 2019 jusqu’à atteindre son deuxième pic le 10 juin 2019 avec 158 individus, peut s’expliquer par l’abondance de leur alimentation et la présence des conditions climatiques favorables avec une température moyenne de 29°C. Ces résultats concordent avec ceux de Lopes et *al.* (2012) qui notent un pic de la population aptère le 16 mai dû à la présence de feuilles tendres représentant une alimentation de bonne qualité pour la population du ravageur.

La diminution progressive des effectifs des pucerons jusqu’à leur disparition vers la mi-juillet est probablement causée par l’augmentation des températures qui dépassent les 30°C, par le dessèchement de leur plante hôte, ainsi que l’action des ennemis naturels.

1.3 Analyse des résultats

1.3.1 Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons capturées dans les pièges jaunes est représentée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Valeur du quotient a /N de la parcelle d'étude

Parcelle	Nombre de relevés (N)	Nombre d'espèces constatées une seule fois en un seul exemple (a)	a/N
Tomate	12	3	0,25

La valeur de la qualité de l'échantillonnage (a/N) obtenue au niveau de la parcelle d'étude est égale à 0,25.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage (a/N) est inférieure à 1, de ce fait le présent échantillonnage peut être qualifié de bon.

Nos résultats concordent avec ceux d'Ait Amar et Toumi-Bara (2013) travaillant sur les pucerons de la pomme de terre dans la région de Drâa-Ben-Khedda. Elles ont enregistré une valeur de 0,25. De même, Benoufella-Kitous (2015), dans son étude sur les pucerons de la pomme de terre à Tizi-Ouzou a noté une valeur de 0,31. A Tizi-Rached, Kdyem et Makour (2017) travaillant sur les pucerons de la pomme de terre ont enregistré une valeur de 0,91.

A Biskra, Bakroune (2013) dans son étude sur les pucerons du piment et du poivre a noté dans la station Ain Naga une valeur égale 0,10 et dans la station d'El-Outaya une valeur de 0,17.

D'après Blondel (1975), la différence de la qualité de l'échantillonnage d'un milieu à un autre peut être due à la variation d'une espèce à une autre, aux probabilités de capture dans la nature et à la capacité écologique de chaque espèce à peupler les différents biotopes.

1.3.2 Exploitation des résultats par les indices écologiques

1.3.2.1 Indices écologiques de composition

1.3.2.1.1 Richesse totale (S)

La richesse totale dans le cadre de notre étude expérimentale est de 29 espèces. Ait Amar et Toumi-Bara (2013) ont noté une richesse de 55 espèces à Drâa-Ben-Khedda sur une parcelle de pomme de terre. Sur la même culture, dans la région de Guellal (Sétif), Laamari (2004) a mentionné la présence de 61 espèces aphidiennes. De même, à Tizi Rached, Kdyem et Makour (2017) ont recensé 30 espèces d'aphides dans une parcelle de *S. tuberosum*. Alhemdi et al. (2006), dans une étude des pucerons relative à la présence d'ortie en bordure de champs, notent la présence de 50 espèces.

Bassino (1983) signale que la faune aphidienne est diversifiée lorsque la flore présente l'est aussi. Selon Remaudière et Autrique (1984), les plantes sauvages sont bien souvent la source des pucerons ailés qui vont s'installer dans les cultures. Hullé et *al.* (1999) ont montré que de nombreuses familles végétales très différentes les unes des autres hébergent de nombreuses espèces de pucerons dont les modes de vie sont extrêmement variés.

1.3.2.1.2 Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les fréquences des 29 espèces de pucerons capturés par les pièges jaunes sont regroupées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Valeurs de la fréquence centésimale (%) appliquée aux différentes espèces d'aphides dans la parcelle d'étude

Espèces	Ni (nombre d'individus de pucerons)	F % (Fréquence centésimale)
<i>A. gossypii</i>	131	34,66%
<i>A. fabae</i>	34	8,99%
<i>R. maidis</i>	32	8,47%
<i>H. lactucae</i>	27	7,14%
<i>A. craccivora</i>	21	5,56%
<i>Pemphigus sp.</i>	18	4,76%
<i>M. persicae</i>	17	4,50%
<i>Aphis sp.</i>	14	3,70%
<i>R. padi</i>	14	3,70%
<i>M. euphorbiae</i>	13	3,44%
<i>A. coreopsidis</i>	11	2,91%
<i>B. helichrysi</i>	7	1,85%
<i>A. solani</i>	5	1,32%
<i>M. rosae</i>	4	1,06%
<i>A. idaei</i>	3	0,79%
<i>B. cardui</i>	3	0,79%
<i>D. plantaginea</i>	3	0,79%
<i>A. rubi</i>	2	0,53%
<i>B. rumexicolens</i>	2	0,53%
<i>D. noxia</i>	2	0,53%
<i>D. apiifolia</i>	2	0,53%
<i>D. foeniculus</i>	2	0,53%

<i>L. erysimi</i>	2	0,53%
<i>Myzus</i> sp.	2	0,53%
<i>Therioaphis</i> sp.	2	0,53%
<i>S. maydis</i>	2	0,53%
<i>Chaitophorus</i> sp.	1	0,26%
<i>H. pruni</i>	1	0,26%
<i>Hyperomyzus</i> sp.	1	0,26%

L'inventaire des espèces aphidiennes dans la parcelle de tomate a montré la présence de 378 individus répartis en 29 espèces. L'analyse du tableau 7 fait ressortir des différences entre les effectifs et les fréquences trouvées pour chaque espèce d'Aphidae dans la parcelle d'étude. *Aphis gossypii* présente la fréquence la plus élevée représentant 34,66% de la totalité des espèces recensées. La seconde place est occupée par *A. fabae* avec une fréquence de 8,99%. Puis viennent les espèces *R. maidis*, *H. lactucae* et *A. crassivora* avec respectivement des fréquences de 8,47%, 7,14% et 5,56%. Quant aux autres espèces recensées à savoir *Pemphigus* sp., *M. persicae*, *Aphis* sp., *R. padi*, *M. euphorbiae*, *A. coreopsidis*, *B. helichrysi*, *A. solani* et *M. rosae*, leurs fréquences sont respectivement de 4,76%, 4,50%, 3,70%, 3,70%, 3,44%, 2,91%, 1,85%, 1,32% et 1,06%. Enfin, les fréquences les plus faibles variant entre 0,26% et 0,79% sont représentées par le reste des espèces recensées.

Ait Amar et Toumi-Bara (2013) montrent que l'espèce la plus dominante sur pomme de terre est *M. persicae* avec une fréquence de 13,11%. Sur la même culture, Laamari (2004) note la présence d'*A. fabae*, *A. craccivora* avec des fréquences de 9,18%, 6,4% respectivement. Ces deux espèces sont attirées par les Fabacées, Solanacées, Cucurbitacées. Laamari (2004) a noté un pourcentage de 6,8% pour *D. plantaginea* et de 3,5% pour *M. euphorbiae* sur la même culture. Laamari et al. (2010) mentionnent la présence d'*A. fabae*, *A. craccivora* et *M. euphorbiae* avec des fréquences de 9,20%, 6,00%, 3,50% respectivement. A Tizi-Rached, Kdyem et Makour (2017) ont noté la présence de *H. lactucae* avec la fréquence la plus élevée représentant 24,44%.

En Belgique, Yattara et Francis (2013) notent la présence de *M. rosae*, *B. brassicae* et *A. solani* sur pomme de terre avec un pourcentage de respectivement 19%, 1,8% et 1,3%.

Laamari et Hebbel (2006) ont déterminé qu'*A. craccivora* et *M. euphorbiae* sont les espèces les plus représentées avec des fréquences de plus de 20%. Aussi, le puceron *A. fabae* a précédemment été observé sur 15 espèces végétales dont *Astracantha sicula*, *Scolymus hispanicus* et *Malus sylvestris* (Laamari et al., 2011).

1.3.2.1.3 Fréquence d'occurrence ou constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces recensées dans la parcelle d'études sont portées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Fréquence d'occurrence ou constance des espèces de pucerons ailés capturés par les pièges jaunes sur la tomate

Espèces	Nombre	Constante %	Catégorie
<i>Aphis craccivora</i>	21	33,33	Accessoire
<i>Aphis fabae</i>	34	41,67	
<i>Aphis gossypii</i>	131	41,67	
<i>Aphis sp.</i>	14	33,33	
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	27	41,67	
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	13	33,33	
<i>Myzus persicae</i>	17	33,33	
<i>Pemphigus sp.</i>	18	41,67	
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	32	33,33	
<i>Rhopalosiphum padi</i>	14	33,33	
<i>Amphorophora rubi</i>	2	8,33	Accidentelle
<i>Aphis coreopsidis</i>	11	16,67	
<i>Aphis idaei</i>	3	16,67	
<i>Aulacortum solani</i>	5	25,00	
<i>Brachycaudus cardui</i>	3	25,00	
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	7	25,00	
<i>Brachycaudus rumexicolens</i>	2	16,67	
<i>Chaitophorus sp.</i>	1	8,33	
<i>Diuraphis noxia</i>	2	8,33	
<i>Dysaphis apiifolia</i>	2	8,33	
<i>Dysaphis foeniculus</i>	2	8,33	
<i>Dysaphis plantaginea</i>	3	8,33	
<i>Hyalopterus pruni</i>	1	8,33	
<i>Hyperomyzus sp.</i>	1	8,33	
<i>Lipaphis erysimi</i>	2	16,67	
<i>Macrosiphum rosae</i>	4	16,67	
<i>Myzus sp.</i>	2	8,33	
<i>Sipha maydis</i>	2	8,33	
<i>Therioaphis sp.</i>	2	8,33	

L'étude de la fréquence d'occurrence des différentes espèces aphidiennes recensées au niveau de la parcelle de tomate montre des valeurs très variables. Ces espèces sont classées dans deux catégories différentes : « accessoire » avec 10 espèces sur les 29 espèces recensées et « accidentelle » avec 19 espèces (Tab. 8).

Les espèces accessoires sont *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Hyperomyzus lactucae*, *Pemphigus* sp., *Aphis crassivora*, *Aphis* sp., *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* et *Rhopalosiphum padi*. La présence accessoire de ces espèces peut s'expliquer par la présence de leurs hôtes tels que les Fabacées, Solanacées, Cucurbitacées, la vigne et des Astéracées.

Berchiche (2004) montre que les Aphides ont des valeurs de constances variables suivant les cultures et les saisons. Cet auteur, précise que certaines espèces peuvent être accessoires ou accidentelles durant certaines périodes ou rare durant d'autres.

1.3.2.2 Indices écologiques de structure

1.3.2.2.1 Indices de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité

Les résultats concernant l'indice de Shannon-Weaver(H), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité(E) sont représentés dans le tableau9.

Tableau 9 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver(H'), de l'indice de diversité maximale(H'max) et de l'équitabilité (E) appliqués aux pucerons recensés

Indice	Valeur
H'	3,58 Bits
H' (max)	8,56 Bits
E	0,41

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') révèle une valeur de 3,58 bits, qui indique que notre parcelle est riche en espèce aphides. Ceci peut s'expliquer par la richesse de la parcelle en végétation (Annexe 1).

Selon Blondel (1975), lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables on trouve de nombreuses espèces, et le H' est élevé. Dans le cas contraire, on observe un petit nombre d'espèces.

L'indice calculé dans le cadre de notre étude est proche des résultats de Ait-Amar et Toumi-Bara (2013) qui notent une valeur de 4,85 bits sur pomme de terre dans la région de Drâa-Ben-Khedda. Notre résultat se rapproche également avec celui de Kdym et Makour (2017) qui notent une valeur de 4 bits sur une parcelle de pomme de terre à Tizi-Rached. Par

contre, sur piment et poivron, Bakroune (2012), dans la station d’El-Outaya à Biskra signale une valeur de 0,75 Bits.

Quant à l’équitabilité, elle est de 0,41 (tend vers zéro). Ceci traduit que les effectifs des populations en présence sont en déséquilibre entre elles.

L’indice d’équitabilité dans le cadre de notre étude diverge avec celui de Ait-Amar et Toumi-Bara (2013) qui notent une valeur de 0,85 ainsi qu’avec les résultats de Kdym et Makour (2017) avec une valeur qui tend vers 1 (0,82).

2. Etude des ennemis naturels

Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressés aux ennemis naturels des pucerons et plus particulièrement aux prédateurs

2.1 Inventaire global des prédateurs recensés sur la tomate

Les résultats de l’inventaire des espèces prédatrices de pucerons recensées dans la parcelle de la tomate dans la région de Boukhalfa durant la période d’étude, sont reportés dans le tableau ci-dessous (Tab. 10). Ces espèces sont classées selon la classification de Deguine et Leclant (1997).

Tableau 10 : Principales espèces prédatrices recensées dans la parcelle d’étude.

Ordre	famille	Sous-famille	Tribus	Genre	Espèces
Coleoptera	Coccinellidae	Coccinellinae	Coccinellini	<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i> (Kovar, 1977)
			Hippodamini	<i>Adonia</i> (<i>Hippodamia</i>)	<i>A. variegata</i> (Goeze, 1777)
		Scymninae	Scymnini	<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipdeformis</i> (Gunther, 1958)
Diptera	Syrphidae	Syrphinae		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i> (Linnaeus, 1758)
Heteroptera	Miridae	Orthotylinae	Orthotylini	<i>Malacocoris</i>	<i>M. chlorizans</i> (Panzer, 1794)

L’examen du tableau 10, montre l’existence de cinq espèces prédatrices, réparties en cinq genres, regroupées en trois ordres et représentant trois familles qui sont : les Coccinellidae, les Syrphidae et les Miridae. Parmi ces auxiliaires, la famille des Coccinellidae

semble être la plus représentée avec trois espèces, suivie par celles des Syrphidae et les Miridae avec une espèce chacune.

A Tizi-Rached, Kdyem et Makour (2017) ont recensé sur la pomme de terre sept espèces prédatrices (*C. algerica*, *A. variegata*, *Hyperraspis* sp., *Episyrphus balteatus*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Liocoris tripustulatus* et *Chrysoperla carnea*) réparties sur cinq familles qui sont les Coccinellidae, Syrphidae, Miridae, Cecidomyiidae et Chrysopidae. De même, à Drâa-Ben-Khedda, Benoufella-Kitous (2015) a identifié sept espèces aphidiphages dans une culture de pomme de terre. Toujours à Drâa-Ben-Khedda et sur pomme de terre, Ait Amar et Toumi-Bara (2013) ont recensé sept espèces prédatrices, qui sont : *C. algerica*, *A. variegata*, *S. pallipediformis*, *E. balteatus*, *Anthocoris nemoralis*, *M. chlorizans* et *C. carnea*. A Biskra, Bakroune (2012) a identifié quatre espèces de prédateurs aphidiphages (*C. algerica*, *H. variegata*, *E. balteatus* et *C. carnea*) sur piment et poivron qui sont regroupées en trois familles : Coccinellidae, Syrphidae et Chrysopidae.

M. chlorizans est un prédateur généraliste qui se nourrit de pucerons, de psylles, d'œufs et de larves de mineuses des feuilles (Protić, 1998 ; Wheeler, 2000, Wyniger et Burckhardt, 2003). En Croatie, il est enregistré comme prédateur de *Panonychus ulmi* dans les vergers de pommiers (Arčanin et Balarin, 1972).

S. pallipediformis a été répertorié comme l'un des importants ennemis naturels de *Monosteira* sp. dans les vergers d'amandiers de Turquie (Bolu, 2007) et de *Ceroplastes floridensis* sur des agrumes (Eserkaya et Karaca, 2016).

Nous constatons que le point commun entre ces études est que la famille des Coccinellidae est la plus représentée en espèces des prédateurs recensés, ce qui concorde avec notre étude aussi. Nous constatons aussi, contrairement à la grande majorité des études citées ci-dessus, l'absence d'espèces prédatrices de certaines familles dans la parcelle étudiée, comme les Cecidomyiidae, les Anthocoridae et les Chrysopidae. Cela pourrait être dû aux conditions climatiques ou à l'application de pesticides.



Figure 27 : Adulte de *Coccinella algerica* (G : 10 x 6) (Originale, 2019)



Figure 28 : Adulte d'*Hippodamia variegata* (G : 10 x 6) (Originale, 2019)



Figure 29 : Adulte de *Scymnus pallipediformis* (G : 10 x 6) (Originale, 2019)

2.3 Importance des prédateurs recensés

Les résultats du dénombrement des prédateurs recensés sont illustrés dans la figure 30.

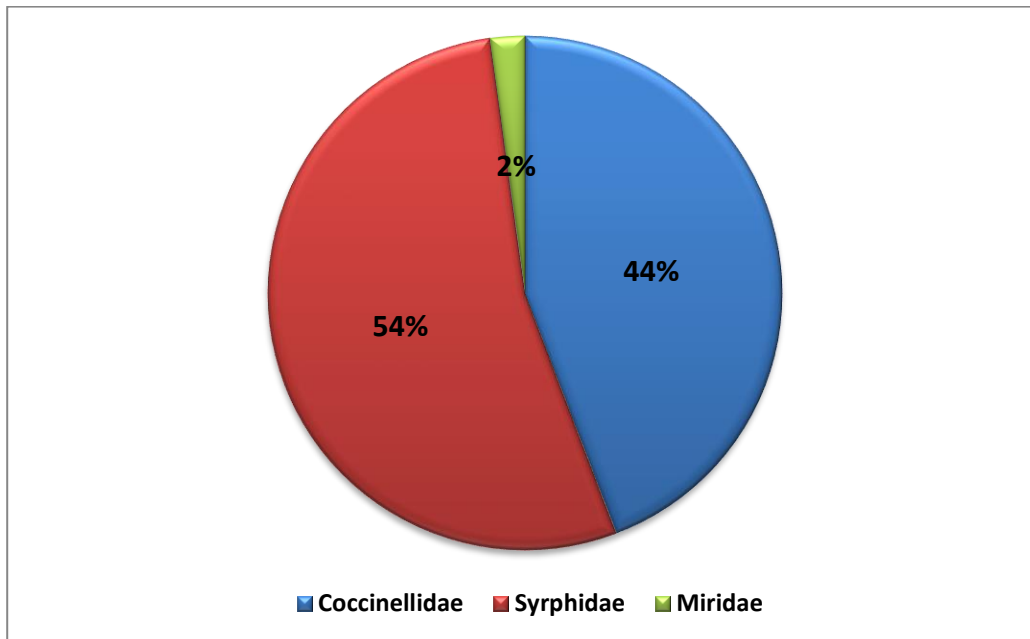


Figure 30 : Importance des familles de prédateurs recensés sur la tomate

De la figure 30, il ressort que plus de la moitié des prédateurs présents sont de la famille des Syrphidae (54%) suivi des prédateurs de la famille des Coccinellidae avec un pourcentage de 44%. En minorité nous retrouvons les punaises avec une fréquence de 2%.

Kheloul (2014), dans la région de Tizi-Rached, a mentionné dans son étude sur les pucerons de la fève, la prédominance des coccinelles (78,28%) par rapport aux syrphes (21,72%).

Ait Amar et Toumi-Bara (2013), à Draa-Ben-Khedda, ont signalé la prédominance des coccinelles avec 56% dans une parcelle de pomme de terre. Cette prédominance pourrait s'expliquer par la présence des plantes hôtes servant d'habitats pour *C. algerica*, Ceci est affirmé par Ben Halima-Kamel et *al.* (2011), dans une étude de l'habitat et proies de *C. algerica* dans différentes régions côtières de Tunisie.

Bakroune (2012) note que les prédateurs recensés sur piment et poivron, sont par ordre de prédominance : les coccinelles, les syrphes et les chrysopes. Cependant, cet auteur n'a recensé aucun individu de punaises.

De même, Lopes et *al.* (2012) travaillant sur les pucerons de la pomme de terre, signalent la prédominance des coccinelles avec 23,5% de la population de guildes des pucerons, ensuite viennent les syrphes avec une fréquence de 19,8%. En dernier lieu sont recensés les chrysopes.

En Belgique, Alhemdi *et al.* (2007) dans leur étude de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité des parcelles d’orties, notent la prédominance des coccinelles avec une fréquence de 57,3 % et les syrphes avec 26,8 %. Par contre, en faible effectif sont recensés les chrysopes et les punaises avec respectivement 7,3% et 6,1% des populations de la guilda des pucerons.

Cette différence de résultats entre notre étude et les études présentées ci-dessus est peut-être due aux facteurs climatiques ou à une différence dans la florale présente dans et aux alentours de la parcelle d’étude.

2.4 Fluctuations des différents prédateurs recensés dans la parcelle tomate

Les résultats portant sur les fluctuations des différents prédateurs recensés sont illustrés par la figure 31.

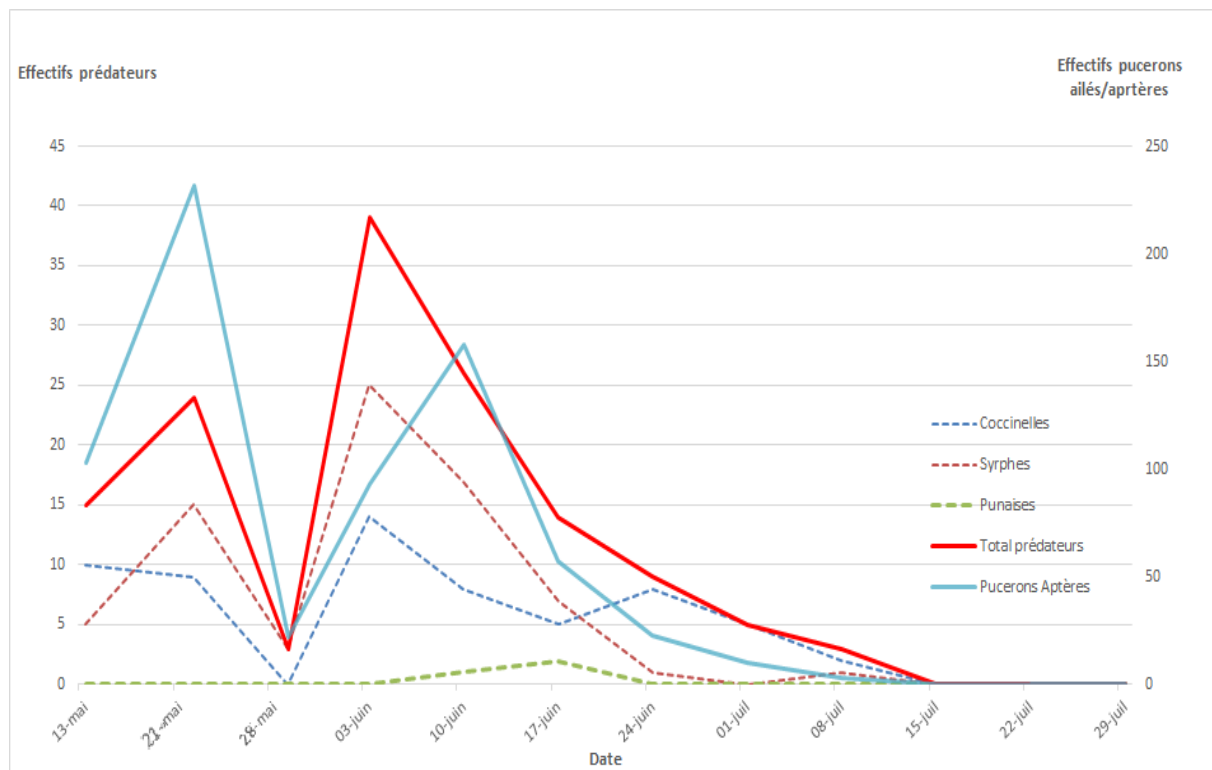


Figure 31 : Fluctuation des différentes espèces prédatrices et des pucerons dans la parcelle de tomate

L’examen de la figure 31 montre que les coccinelles et les syrphes sont notés dès le premier prélèvement, à savoir le 13 mai 2019, contrairement aux punaises qui ne commencent à apparaître qu’à partir du 10 juin 2019. Les populations de coccinelles et de syrphes augmentent progressivement jusqu’au 21 mai 2019, mais elle chute subitement le 28 mai 2019 probablement à cause des précipitations. Cette chute brutale est observée aussi dans la population des pucerons à la même période. La population des de ces auxiliaires reprend par

la suite jusqu'à atteindre un pic maximal le 03 juin 2019 (soit une semaine avant l'apparition des punaises) avec la capture de 39 individus (25 syrphes et 14 coccinelles). Cette augmentation des effectifs est probablement due d'une part à la disponibilité alimentaire, à savoir l'augmentation du nombre de pucerons. D'autre part, aux conditions climatiques favorables avec des températures moyennes comprises entre 23°C et 25°C. L'impact des prédateurs sur les populations aphidiennes se traduit par la faible pullulation de ces dernières. A partir du 03 juin 2019, l'observation des prédateurs commence à baisser progressivement jusqu'à atteindre zéro à partir du 24 juin pour les punaises et à partir du 15 juillet pour les Coccinelles et les Syrphes. La fin de l'observation des prédateurs arrive vers la mi-juillet probablement à cause de l'arrivée des fortes chaleurs et la disparition de leurs proies.

Les observations, de Ben-Halima-Kamel et Ben Hamouda (2005) ont permis de déduire que la richesse et la diversité des auxiliaires est importante, mais leur efficacité dans les conditions naturelles est négligeable du fait de leur apparition tardive et successive. De plus, la présence des fourmis limite leur efficacité.

CONCLUSION

Le présent travail mené sur l'étude des pucerons de la tomate dans la région de Boukhalfa du 06 mai jusqu'au 29 juillet 2019 a montré une diversité de 29 espèces aphidiennes appartenant à quatre sous-familles, six tribus et seize genres. Cette richesse spécifique s'explique par la diversité de la végétation qui constitue une source trophique pour les pucerons. Cette végétation est pour la plupart, des plantes adventices présentes sur les lieux.

L'échantillonnage de l'espace aérien au moyen de pièges jaunes a révélé la dominance de cinq espèces : *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*, *Rhopalosiphum maidis*, *Hyperomyzus lactucae* et *Aphis craccivora*. Les autres espèces de pucerons sont moins représentées.

L'étude des fluctuations de la population globale des pucerons ailés capturés à l'aide des pièges jaunes, montre la présence de deux périodes de vol, la plus intense est notée du 13 au 20 mai 2019. Cette période coïncide avec d'une part, les conditions climatiques favorables et d'autre part la diversité des plantes hôtes.

Le dénombrement visuel des populations installées sur les feuilles de tomate nous a permis de recenser trois espèces. Il s'agit de *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* et *Aphis fabae* avec respectivement, 403, 176, 102 individus. Cette différence entre les effectifs de différentes espèces aptères installées pourrait être due à un phénomène de compétition.

Les populations aphidiennes constituent une nourriture essentielle pour plusieurs ennemis naturels. Dans le cadre de cette étude nous avons répertorié cinq espèces prédatrices, réparties en cinq genres, regroupées en trois ordres (Coleoptera, Diptera et Heteroptera) et représentent trois familles qui sont : les Coccinellidae, les Syrphidae et les Miridae. Cette richesse est due essentiellement à la disponibilité de zones de refuge aux alentours de la parcelle. L'étude des fluctuations des différents prédateurs recensés montre l'intervention préliminaire des syrphes et des coccinelles. Leur évolution dépend de la disponibilité des pucerons ainsi que des conditions climatiques et environnementales. Les résultats obtenus indiquent que l'impact des ennemis naturels dans la réduction des pullulations de pucerons reste très faible.

Notre étude reste matière à beaucoup d'autre recherches, notamment la poursuite de l'inventaire en vue de découvrir d'autre espèces tant aphidiennes, qu'auxiliaires. Il serait également intéressant d'entreprendre l'inventaire des pucerons sur d'autres espèces de

solanacées qui sont des cultures maraichères très importantes. Il serait aussi intéressant de poursuivre ce travail sur plusieurs années pour avoir des résultats plus représentatifs.

Les relations prédateurs-proies doivent être mieux étudiées pour une meilleure compréhension du rôle des aphidiphages dans le cadre d'une lutte intégrée. Enfin, il s'avère nécessaire de protéger la faune utile en contrôlant l'emploi des produits pesticides et par la création de zones de refuges pour l'hivernation des prédateurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Ait Amar S. et Toumi-Bara L., 2013.** Inventaire et dynamique des et leurs ennemis naturels sur une culture de pomme de terre dans la région de Drâa Ben Khedda (Tizi Ouzou). Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 60p.
2. **Al Hassan D., 2012.** Rôle du paysager sur la répartition l'abondance des pucerons et leurs prédateurs carabique. Thèse de doctorat. Université de Rennes. Bretagne. 191p
3. **Alhmedi A., Francis F., Bodson B. et Hausbrige E., 2006.** Etude de la diversité des pucerons des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs. Notes Fauniques de Gembloux 59(2) :121-124.
4. **Alhmedi A., Francis F., Bodson B. et Hausbrige E., 2007.** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes culture à proximité de parcelles d'orties. Notes Fauniques de Gembloux 60(4) : 147-152.
5. **Alverson D.R. et English W.R., 1989.** Dynamics of pecan aphids, *Monellopsis pecan* and *Monelliacaryella* on feild-isolated single leaveres of pecan. Jour. Agricultural entomology : 7(1) : 29-38.
6. **A.N.D.I.** : Agence Nationale de Développement et de l'Investissement (www.andi.dz).
7. **Assabah M., 2011.** Evolution du peuplement aphidien et ses ennemis naturels sur une culture de blé dur (var.vitron) dans la station d'oued Smar (El Harrach, Alger). Mémoire de magister. E.N.S.A El Harrach Algérie 154p.
8. **Barkoune N.E., 2012.** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux station : El Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivrent (Solanacées) sous abris-plastique. Mémoire magister. Université Mohamed Kheider - Biskra Algérie, 97p.
9. **Beland M., 1999.** Étude phénologique des populations de trois espèces de pucerons (Homoptera : Aphididae) présentes dans la culture de pommes de terre au Québec. Mémoire maîtrise. Université à Trois-Rivières, Québec, 88p.
10. **Belhadi A. et Laour B., 1999.** Inventaire des aphides et contribution à l'étude des fluctuations de *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe.1841 (Homoptera : Aphididae) et de ses ennemis naturels dans un verger d'agrume à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). Mémoire d'Ingéniorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi ouzou.101p.
11. **Ben Halima Kamel M., Rabhi R.et Ommezine A., 2011.** Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie. Entomologie Faunistique. 63(1) : 35-45.

12. **Ben Halima-Kamel M. et Ben Hamouda M.H., 1993.** Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels. *Tropicultura*. 11(2) : 50-53.
13. **Ben Halima-Kamel M. et Ben Hamouda M.H., 2005.** A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes fauniques de Gembloux*. 58 : 11-16.
14. **Ben Halima-Kamel M., 2010.** Les ennemis naturels de *Coccinella algerica* Kovar dans la région du Sahel en Tunisie. *Entomologie faunistique*, 62 (3) : 97-101.
15. **Benkhelil M.L., 1991.** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. OPU, Alger. 66p.
16. **Benoufella-Kitous K., 2005.** Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). Mémoire de Magister, E.N.S.A El-Harrach, Alger, 207p.
17. **Benoufella-Kitous K., Doumandji S., Hance T. et Medjdoub-Bensaad F., 2014.** Etude de l'effet bioinsecticide des extraits aqueux de *Menthaspicata* et de *Lavandulastoechas* à l'égard d'*Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera, Aphididae). Congrès Internati. natu. produc. Biocontrol, 24-26 septembre. Perpignan.
18. **Berchiche S., 2004.** Entomofaune du *Tritium aestivum* et *Vicia faba*. Etude des fluctuations d'*Aphis fabae* (Scopoli, 1763) dans la station expérimentale de Oued-Smar. Mémoire de Magister. E.N.S.A. El Harrach. Alger. 249p.
19. **Biche M., 2012.** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Regional Integrated pest management programme in the Near East / GTFS / REM / 070 / ITA, 35p.
20. **Blackman R.L. and Eastop V.F., 1994.** Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide. Ed. CAB International, Natural History Museum, England, 987p
21. **Bland M., 1993.** Etude phrénologique des populations de trois espèces de pucerons (Homoptera : Aphididae) présentes dans la culture de pomme de terre au Québec. Mémoire présentée comme exigence partielle de maîtrise en sciences de l'environnement. Université à Trois-Rivières. Québec. 88p.
22. **Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseau élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E. F. P). *Terre et Vie*. (29) : 533-589.
23. **Blondel J., 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson. Paris. 173p.
24. **Boukhris-Bouhachem S., 2011.** *Aphis* Enemies Reported from Tunisian *Citrus* Orchards. *Tunisian journal of plant protection*, 6(1) : 21-28.

25. **Brault V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E. et Blanc S., 2010.** Aphids as transport devices for plant viruses. *C. R. Biologies*, 333 : 524-538.
26. **Chougar S., 2011.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre « Zahra, Dawnon et Tavina » dans le wilaya de Tizi-Ouzou, 122p.
27. **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod Univ., Paris. 505p.
28. **Dajoz R., 2000.** Insects and forests. The role and diversity of insects in forest environment. Paris Intercept Ltd. Ed. Technique document., Lavoisier publishing, Paris, 668p.
29. **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 630p.
30. **Dajoz R., 2010.** Dictionnaire d'entomologie. Anatomie. Systématique. Biologie. Ed. Tec Doc. Lavoisier, Paris, 336p.
31. **Debuigne G. et Couplan F., 2009.** Petit Larousse des plantes médicinales. Ed. Larousse, Paris, 383p.
32. **Dedryver C.A., 1982.** Qu'est-ce qu'un puceron ?. Journée d'Information et d'étude. 2-4 mars 1982, Paris : 9-20.
33. **Degeunie J.P. et Leclant F., 1997.** Aphis gossypii Glover (Hemiptere, Aophididae). Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde. Ed. Cent. interrech. Agro.dév. (C.I.R.A.D) n 11, Paris. 112p.
34. **Derolez B., Orcy K.N. et Detlercq S., 2014.** Clé d'identification des coccinelles du Nord-Pas-De-Calais. 92p.
35. **F.A.O.** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (www.fao.org).
36. **Fraval A., 2006.** Les pucerons 1ère partie. *Insectes*, 141 (2) : 3-8.
37. **Godin C. et Boivin G., 2002.** Guide d'identifications des pucerons dans les cultures maraichères au Québec. Prisme consortium agriculture et agroalimentaire Canada. 31p.
38. **Goldansaz S.H., 2003.** Etudes comportementale et écologie chimique de la recherche d'un partenaire sexuel chez les pucerons de la pomme de terre, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Homoptera : Aphididae). Thèse de Doctorat.(Ph.D.) Université.Laval. Québec. 108p.
39. **Guesmi J., Ben Halima- Kamel M. et Almohandes-Dridi B., 2010.** Identification and population Evolution of Aphids infesting Artichoke in Tunisian. *Tunisian Journal of plant protection*. 5(1) : 83-90.

40. **Harbaoui H., Mezghani K.M., Marrakchi M., Makni M. et Makni H., 2008.** Etude morphologie et toxicologie des pucerons (Homoptere : Aphididae) des céréales en Tunisie. Bulletin de la Société zoologique de France 133(1-3) : 203-213.
41. **Harmel H., Francis F., Haubruge E. et Giordanengo P., 2008.** Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers agricultures,17 (4) : 395, 400.
42. **Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2011.** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en culture maraichères dans l'est de la chine Entomologie faunistique-Faunistic Entomology.64(3) :63-71.
43. **Hullé M., Cœur D'Acier A., Bankhead-Dronnet S. et Harrington R., 2010.** Aphids in the face of global changes. Les pucerons face aux changements globaux. C. R. Biologies, 333 : 497-503.
44. **Hullé M., Ighil E.T.A., Robert Y. et Monnet Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraichères. Cycles biologiques et activités de vol. I.N.R.A., Paris, 136p.
45. **Hullé M., Turpeau-Ait Ighil E., Leclant F. et Rahn M.J., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A Paris, 77p.
46. **INRA :** Institut National de la Recherche Agronomique (www.inra.fr)
47. **Kara S. et Si Ahmed D., 2013.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodé à la culture de la fève variété sevil (Tizi-Rached). Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.55p.
48. **Kdyem et Makour., 2017.** Inventaire et dynamique des et leurs ennemis naturels sur une culture de pomme de terre dans la région de Tizi-Rached (Tizi Ouzou), mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 60p.
49. **Kellil H., 2010.** Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien. Mémoire de Magister. Université El Hadj Lakhdar. Batna. Algérie. 188p.
50. **Kheloul L. et Medjdoub-Bensaad F., 2014.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève *Vicia faba major* variété Séville dans la région de Tizi- Rached (Tizi-Ouzou). 1er Congrès maghrébin, Biodiver., Protec. Milieux natu. écodévelop. 16 et 17 décembre 2014, Sidi Bel Abbes.
51. **Kheloul L., 2014.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations des certaines espèces caractéristiques dans la parcelle

- de fève *Vicia faba* minor et *Vicia faba* major dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 161p.
52. **Kitous K. et Laddaoui D., 1998.** Inventaire des pucerons et étude des fluctuations de *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 (Homoptera, Aphididae) dans un verger d'agrume à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou). Mémoire d'Ingénieur. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Tizi-ouzou.148p.
53. **Laamari M., 2004.** Etude éco biologique des pucerons des cultures dans quelques localités dans l'Est Algérien. Thèse de Doctorat. E.S.N.A. El Harrach. Algérie.203p.
54. **Laznik Z., Cunja V., Kač M. and Trdan S., 2011,** Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions. *Acta agriculturae Slovenica*, 97 (1): 19 – 23.
55. **Laamari M., Jouselin E. et Cœur et d'acier A., 2010.** Assessment of aphid diversity (Hemiptera : Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Entomologies faunistique-Faunistic Entomology*.62 (2):73-87.
56. **Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbés S., Merouani H., Ghodbane S., Khenissa N. et Sary P., 2011.** Interaction tri trophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Entomologie faunistique-Faunistic entomology* 62(2) :73-873.
57. **Leclant F., 1978.** Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne. Implication agronomiques. Thèse de Doctorat. Université des sciences et technique du Languedoc. Montpellier. France.327p.
58. **Leclant F., 1999.** Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification des Grandes Cultures. Ed.I.N.R.A. Montpellier. France. 98p.
59. **Lopes T., Bosquee E., Polo Lozano D., Chen J.L., Dengfa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2012.** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'Est de la Chine. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 64 (3) : 63-71.
60. **Lykouressis D.P., Eastop V.F., Katis N., Tsistsipis J.A. and Ntjanis H., 1993.** Twenty Three Aphis Species New to the Greek Aphidofauna Caught in Yellow Water Traps in Tobacco Fields. *Entomologica Hellenica* 11 : 23-27.
61. **Marchoux G., Gognalons P. et Gébré-Sélassié K., 2008.** Virus des Solanacées Du génome virale à la protection des cultures Ed, Quae.I.N.R.A. Versailles. 843p.

62. **Mier-Durante M.P., Remaudière G.Y. et NietoNafria J.M., 1988.** Aportaciones a la afidofauna de Galicia, 4(Hom.Aphidiodae). Boletín de la Asociación Española de Entomología 12 : 259-268.
63. **Mutin G., 1977.** La Mitidja, décolonisation et aspect géographique. Ed. Office Presse Université, Alger. 606p.
64. **Nadiia H., 2013.** www.dreamstime.com.
65. **Nature Spot, 2013.** www.naturespot.org.uk
66. **NietoNafria J.M., Remaudière G. et Mier Durante M.P., 1991.,** Novedades para la afidofauna (Hom.Aphididae) española en la provincia fitogeográfica Orcantábrica (Cordillera, Cantábrica, España). Boletín de la Asociación Española de Entomología 15 : 317-324.
67. **Oukala N., 2014.,** Etat sanitaire des cultures de tomate sous serres et étude de l'impact des pratiques culturales sur le développement de la pathologie dominante. Mémoire Magister. Université A. MIRA-Bejaia. 114p.
68. **Pesson P., 1951,** Ordre des Homoptères pp. 1548 - 1656, in GRASSE P.P., Traité de Zoologie (Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes). Ed. Masson, Paris, T. 10, Fasc. 2, 1948p.
69. **Rahmani W. et Saghi S., 2015.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodes à la culture de pois chiche (Flip 90/130 et Flip 93/93) et à la culture de la lentille (Syrie et Mefropule) dans la région de Tizi-Rached. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 58 p.
70. **Ramade F., 1984.** Élément d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 397p.
71. **Ramade F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie des insectes de l'environnement. Ed. Ediscience International, Paris. 822p.
72. **Ramade F., 1984.** Élément d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 397p.
73. **Ramaudiers G. et Remaudière M., 1997.** Catalogue des Aphididae du monde. Catalogue of the world's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea). I.N.R.A. Paris. 376p.
74. **Remaudière G., Autrique A., Eastop V.F., Stary P. et Aymonin G., 1985.** Contribution à l'écologie des aphides africains. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. 214p.

75. **Roman A., 2017.** Etudes des interactions plants-pucerons virus : application d'éliciteurs et de diffuseurs de substances sémio chimique en céréales dans la province des Shandong (République populaire de chine). 96p.
76. **Saharaoui L. et Gourreau J.M., 1998.** Les coccinelles d'Algérie : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coléoptères, Coccinellidae). Bulletin de la Société entomologique de France 103(3) : 213-224.
77. **Saharaoui L. et Gourreau J.M., 2000.** Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae) Recherche Agronomique. 6 : 11-27.
78. **Saharaoui L. et Gourreau J.M., 2001.** Etude des paramètres bioécologiques de quelques coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera, Coccinellidae). Bull. sac. Zool.Fr. 126(4) : 351-373.
79. **Saharaoui L. et Hemptinne J.I., 2009.** Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interaction avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. Annales de la Société entomologique de France 45 (2) : 245-259.
80. **Saighi S., 1999.** Bio systématique des aphides et leurs ennemis naturels deux station d'études : le jardin d'essai du Hamma et le parc de l'institut National Agronomique d'El Harrach. Mémoire de Magister E.N.S.A EL Harrach. Alger. 321p.
81. **Sullivan DJ (2005).** Aphids. Encyclopedia of Entomology. 1: 127-146.
82. **Sullivan DJ (2007).** Aphids (Hemiptera: Aphididae). Encyclopedia of Entomology. 1: 191-215.
83. **Wilaya de Tizi-Ouzou** (www.wilaya-tiziouzou.dz).
84. **Yattara A.A.A. et Francis F., 2013.** Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons : illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. Entomologie Faunistique, Faunistic Entomology 66 : 89-95.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des plantes adventices trouvées dans la parcelle de tomate.

Famille	Espèce
Amaranthaceae	<i>Amaranthus lividus</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Chenopodium album</i>
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Picris echioides</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i>
Borraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Plantaginaceae	<i>Anagallis arvensis</i>
	<i>Digitaria ciliaris</i>
	<i>Elymus repens</i>
	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Solanum lycopersicum</i>
	<i>Veronica arvensis</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>

Résumé

L'objectif de cette étude, menée dans la région de Boukhalfa, consiste à déterminer la diversité et l'abondance des pucerons et des insectes auxiliaires aphidiphages sur une culture de tomate (variété zin 45).

L'inventaire des populations des pucerons et des auxiliaires aphidiphages a été réalisé à l'aide de pièges jaunes et d'observations sur plantes.

Il ressort de cette étude, une richesse spécifique de 29 espèces de pucerons appartenant 16 genres, 6 tribus, 4 sous-familles qui sont les Aphidinae, Calaphidinae, les Chaitophorinae et les Eriosomatinae.

L'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés par piégeage a permis de montrer que l'activité la plus intense des ailés est enregistrée du 13 mai jusqu'au 21 mai 2019.

Les résultats du contrôle visuel ont permis de montrer que *Myzus persicae* est particulièrement le plus menaçant au niveau de la parcelle échantillonnée avec une fréquence de 60%.

Les prédateurs trouvés sont : *Coccinella algerica*, *Hippodamia variegata*, *Scymnus pallipediformis*, *Malacocoris chlorizans* et *Sphaerophoria scripta*. Les syrphidea sont les prédateurs aphidiphages les plus abondants.

Mots-clés : diversité, abondance, pucerons, aphidiphages, tomate, Boukhalfa.

Abstract

The objective of this study, conducted in the Boukhalfa region, is to determine the diversity and abundance of aphids and aphidiphagous insects on a tomato crop (zin 45 variety).

The inventory of aphid and auxiliary aphidiphagous populations was conducted using yellow traps and direct plants observations.

This study shows a species richness of 29 aphid species belonging to 16 genera, 6 tribes, 4 subfamilies : Aphidinae, Calaphidinae, Chaitophorinae and Eriosomatinae.

The evolution of the global population of trapped winged aphids has shown that the most intense activity of adults is recorded from May 13 to May 21, 2019.

The results of the visual inspection showed that *Myzus persicae* is particularly the most threatening at the level of the plot sampled with a frequency of 60%.

The predators found are : *Coccinella algerica*, *Hippodamia variegata*, *Scymnus pallipediformis*, *Malacocoris chlorizans* and *Sphaerophoria scripta*. Syrphidea are the most abundant aphidiphagous predators.

Keywords : diversity, abundance, aphids, aphidiphagous, tomato, Boukhalfa.