



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie

Sciences Agronomiques

Protection des Végétaux

Réf. :

Présenté et soutenu par :

ZAGHEZ Amel

Le :

Thème :

Etude des aleurodes de la région de Biskra

Jury :

M.	Achoura A.	MCA	Université de Biskra	Président
M.	RAZI S.	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
M.	Demnati F.	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force et la volonté d'accomplir ce travail.

Nos remercie particulièrement mon encadreur Dr.R. SABAH pour avoir accepté de nous encadrer, pour tout son aide, sa disponibilités, sa suivi et sa confiance.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à TARAI. N d'avoir accepté de présider le jury, l'examinatrice Madame SAADI de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

A Mr. SAADI et Mr. ABASSE qui nous a donné la permission de travaillé dans leur culture. Nous le remercions vivement.

Nos plus grands remerciements vont à l'ensemble des enseignants du département d'agronomie pour tous leurs efforts pédagogique durant notre parcours universitaire.

Enfin, nos remercie tout personnes ayant contribués de prés ou loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes parents, qui sont pour moi l'exemple du sacrifice de compréhension, d'encouragement et qui m'ont donné tous les moyens d'aller aussi loin.

Spécialement à ma cher sœur Fatima Zahra, à mes chers frères Mohamed, Billel, Mahdi et Abd El Rahmane, à ma cher tante Amina, à toute mes amies.

A toute la famille ZAGHEZ.

A toute la famille FAREH.

A toute personne que je connais.

Liste des abréviations

TYLCV: Tomato Yellow Leaf Curl Virus.

CBGP : Centre de Biologie et de Gestion des Populations.

Tm : température minimale.

TM : température maximale.

Tmoy : température moyenne.

Q : Quotient pluviométrique.

P : Pluviométrie annuelle (mm).

TM : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).

Tm : Température moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

m : mètre.

Cm : centimètre.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture.

DSA : Direction des Services Agricoles.

Ha : Hectares.

Km : kilomètre.

ANAT : Agence nationale pour l'Aménagement du territoire.

Qx : quintaux.

Fig : Figure.

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1	Composition biochimique de la tomate (quantités moyennes et quantités minimales et maximales pour 100 g net de tomates) (Anonyme, 2015)
Tableau 2	Teneur en vitamines de la tomate (pour 100g de poids net) (Anonyme, 2015).
Tableau 3	Teneurs en minéraux et en oligoéléments de la tomate (pour 100g de poids net) (Anonyme, 2015).
Tableau 4	Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate (Naika et al, 2005).
Tableau 5	Teneurs et rôles des principaux éléments nutritifs chez la tomate et symptômes de carence (Serge & Jacine, 2009).
Tableau 6	Principaux maladies et ravageurs de tomate. (Anonyme, 1999).
Tableaux 7	la température moyenne des minima, maxima et moyennes mensuelles dans la région de Biskra pendant La période 2009-2018 à Biskra (Station météorologique de l'Aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 8	la température moyenne des minima, maxima et moyennes mensuelles dans la région de Biskra pendant l'année 2018 à Biskra (Station météorologique de l'Aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 9	Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra pendant la période 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 10	Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra en 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 11	La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 12	La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant l'année 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 13	Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableaux 14	Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).
Tableau 15	Durée de développement de Bemisia tabaci (oeuf à adulte) (Gatimel, 2008).
Tableau 16	Longévité des adultes de Bemisia tabaci (Gatimel, 2008).

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Cycle de développement de <i>Bemisia tabaci</i> : 1 et 2 Œufs (0.25 mm) ; 3 Larve L1 (0.3 mm) ; 4 Larve L2 (0.37 mm) ; 5 Larve L3 (0.51 mm) ; 6 Larve L4 ou "pupe" (0.73 mm) ; 7 Adulte (1 mm) cité par (Dourdaïne, 2013).
Figure 2	Mouches blanches (<i>Bemisia tabaci</i>) : grandeur nature (A);détail d'une mouche blanche (B) (Traore ; 2011).
Figure 3	larves de <i>B. tabaci</i> (Gatimel, 2008).
Figure 4	Maturation irrégulière de la tomate causée par les composants salivaires des aleurodes du groupe <i>Bemisia tabaci</i> MEAM1. Fruit présentant des symptômes externes de coloration rouge et verte (en haut). Fruit présentant une segmentation interne rouge et verte (en bas) (Perring et al. 2018).
Figure 5	Dégâts occasionnés par la transmission de virus via <i>Bemisia tabaci</i> . A. Maladie de la mosaïque du Manioc (Cassava Mosaic Disease, <i>CMD</i>). B. Maladie des feuilles en cuillère du Gombo (Okra leaf curl disease, <i>OLCD</i>). C. Virus des feuilles jaunes en cuillère (Tomato yellow leaf curl virus, <i>TYLCV</i>) (Photos Innocent Zinga et Jean Michel Lett, CIRAD) cité par (Thierry, 2011).
Figure 6	A. adultes de <i>T. vaporariorum</i> , B. adultes de <i>B. tabaci</i> (Bourbonnais, 2012).
Figure 7	A et B : <i>Aleurothrixus floccosus</i> adultes et leurs pontes en cercle, C : Aspect floconneux d'une colonie d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> (Gourmel, 2014).
Figure 8	Formes juvéniles d' <i>Aleurotrachelus trachoides</i> sur piment (Gourmel, 2014).
Figure 9	<i>Aleurotrachelus socialis</i> sur manioc (Gourmel, 2014).
Figure10	Différents pupariums d' <i>Aleurodicus</i> , sur avocatier (à gauche) et cupuaçu (à droite) (Gourmel, 2014).
Figure 11	Position géographique de la Wilaya de Biskra (Aniref, 2013).
Figure 12	Diagramme ombrothermique de la région de Biskra déterminé par les données climatiques de la période (2009 – 2018).
Figure 13	Situation de la région de Biskra dans le Climagramme d'Emberger selon les données de la période (2009-2018).
Figure 14	Fruit de tomate (variété de SAHRA) (Photo personnelle).
Figure 15	La serre du Mekhadma (18-10-2018) (Photo personnelle).
Figure 16	La serre de site Drauh 15-01-2019 (stade de floraison) (Photo personnelle).
Figure 17	Situation des sites d'études (DSA de Biskra, 2014).

Figure 18	Face inférieure d'une feuille de tomate portant des aleurodes (Photo personnelle).
Figure 19	Plaques jaunes installés dans la serre (Photo personnelle).
Figure 20	Observation des échantillons par la loupe (Photo personnelle).
Figure 21	l'adulte de <i>Bemisia tabaci</i> sur piège (Photo personnelle).
Figure 22	Adulte de <i>Bemisia tabaci</i> sous la loupe (X 40) (Photo personnelle).
Figure 23	(Eufs de <i>Bemisia tabaci</i> (Photo personnelle)).
Figure 24	Nymphe de <i>Bemisia tabaci</i> (Photo personnelle).
Figure 25	Les dégâts de <i>Bemisia tabaci</i> sur feuilles (photo personnel).
Figure 26	Formation de la fumagine noire sur feuilles de tomate (Photo personnelle).
Figure 27	Evolution de la population des adultes de <i>B. tabaci</i> en fonction du temps sur la tomate dans la région de Mekhadma (Photo personnelle).
Figure 28	évolution des de <i>Bemisia tabaci</i> sur tomate par feuilles dans la région de Mekhadma.
Figure 29	évolution de la population de <i>Bemisia tabaci</i> en fonction du temps sur la tomate dans la région de Drauh.
Figure 30	évolution des nymphes de <i>Bemisia tabaci</i> en fonction du temps sur la tomate dans la région de Drauh.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Partie bibliographique

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE 1- GENERALITES SUR LA TOMATE

1.1- Historique de la plante	3
1.2-Importance économique de la tomate	
1.2.1-Dans le monde.....	3
1.2.2- En Algérie	4
1.2.3- A Biskra	4
1.3.- Classification botanique.....	5
1.4- Description botanique du la tomate.....	5
1.5- Variétés de la tomate	6
1.6- Compositions nutritionnelles	6
1.7-Cycle de plante	6
A- Phases végétatives	7
A.1- Phase de germination.....	7
A.2- Phase de croissance	7
B. Phase de reproduction.....	8
B-1- Phase de floraison.....	8
B-2- Phase de fructification/maturation	8
1.8- Exigences pédoclimatiques.....	8
1.8.1- La température	8
1.8.2- La lumière	9
1.8.3- L'eau et l'humidité.....	9
1.8.4- Les éléments fertilisants.....	10
1.8.5- Le sol	11
1.8.5.1- Structure et texture.....	11

1.8.5.2-PH.....	12
1.8.5.3- Salinité.....	12
1.9-Principaux ravageurs et maladies de tomate	12
1.10- Lutte contre Les mauvaises herbes de la tomate.....	18
1.11- Importance de la lutte intégrée.....	18
1.12- Lutte biologique.....	19

CHAPITRE 2- GENERALITES SUR LES ALEURODES

Définition	20
2.1-Répartition mondiale des aleurodes.....	20
2.2-Position systématique.....	20
2.3 Description.....	21
2.3.1-L'œuf	21
2.3.2-La larve.....	21
2.3.3-L'adulte.....	21
2.4-Cycle biologique.....	22
2.5-Prise alimentaire.....	24
2.6-Déplacement des adultes.....	24
2.7-Ecologie	25
2.8-Importance économique.....	26
2.9-Plantes hôtes.....	26
2.10-Répartition horizontale ou inter-plante des foyers des aleurodes	27
2.11-Les dégâts	27
2.11.1-Dégâts directs	27
2.11.2-Dégâts indirects.....	28
2.12-Méthodes de lutte.....	29
2.12.1-Lutte préventive.....	29
2.12.2-La lutte physique.....	30
2.12.3-La lutte chimique.....	30
2.12.4-La lutte biologique	30
2.12.5-La lutte intégrée.....	30

2.13--Les espèces les plus connus des aleurodes.....	31
--	----

Partie expérimentale

CHAPITRE 3 – PRESENTATION DE LA REGION DETUDE

3.1 Situation géographique de la wilaya de Biskra	35
3.2 Relief	36
3.3 Sol.....	36
3.4 Climat.....	36
3.5 Températures.....	37
3.6 Pluviométrie.....	37
3.7 Le vent.....	38
3.6 Humidité.....	39
3.8 Synthèse climatique.....	41
3.8.1 Diagramme Ombrothermique	41
3.8-2-Climagramme d'Emberger.....	41
3.9 Activité agricole.....	42

CHAPITRE 4 – MATERIEL ET METHODE

4.1 Matériel.....	43
4.1.1 Matériel végétal.....	43
4.1.2 Matériel animal.....	43
4.1.3 Matériel de laboratoire.....	43
4.1.4 Matériel de terrain.....	43
4.2 Méthodes de travail.....	44
4.2.1 Choix des communes et des sites.....	44
A Commune de Mekhadma (Ourlel).....	44
A.1 Description de la serre et méthode de culture.....	44
B Commune de Chetma (Drauh).....	45
B.1 Description de la serre et technique culturale.....	45
4.2.2 Méthodes appliquées sur terrain.....	46

4.2.2.1 Echantillonnage pour l'identification des espèces d'aleurode.....	46
4.2.2.2 Suivi de la dynamique des populations d'aleurode.....	47
4.2.3 Méthodes appliquées au laboratoire.....	47
4.2.3.1 Détermination des espèces d'aleurodes.....	47
a. Triage	47
b. Montage.....	48
c. Identification.....	48
4.2.3.2 Suivi la dynamique.....	48

CHAPITRE 5 - RESULTATS ET DUSCUSSION

5.1- Biodiversité des aleurodes.....	49
5.2- Dynamique de l'espèce identifiée dans les deux sites.....	53
a. des adultes de <i>Bemisia tabaci</i> dans la région de Mekhadma.....	53
b. des nymphes de <i>Bemisia tabaci</i> dans la région de Mekhadma.....	54
c. des adultes de <i>Bemisia tabaci</i> dans la région de Chetma (site Drauh).....	55
d. des Nymphes de <i>Bemisia tabaci</i> dans la région de Drauh.....	56
5.3 Discussion total.....	57
CONCLUSION GENERAL	59

Introduction général

En Algérie, les cultures maraichères occupent une superficie très importante qui est de 372 096 ha en 2009. La tomate représente 7,62% de la production maraichère nationale. Malgré les dispositions prises et les techniques utilisées, le rendement reste toujours faible avec une superficie de 20789 ha et une production de 6 410 343 qx, et ce rendement ne satisfait pas les besoins de consommation (**Chougar, 2010 cité par Rerbi, 2014**).

En effet, La culture de tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole nationale. La production de la tomate industrielle a été marquée durant la campagne agricole 2017-2018 par une amélioration notable, atteignant ainsi les 15,4 millions de quintaux, comme l'a indiqué le secrétaire général du ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche. M. Kamel Chadi à l'ouverture des travaux de la rencontre nationale consacrée à l'évaluation de la filière de tomate industrielle, il a précisé que cette quantité représente, en fait, un taux de croissance de plus de 27% par rapport à la campagne écoulée et une valeur de production estimée à 61,5 milliards de dinars contre 48,5 milliards de DA lors de la campagne agricole de 2016-2017 (**Anonyme, 2019**).

La wilaya de Biskra, jadis connue pour ses stations thermales et ses sites touristiques, connaît aujourd'hui un développement massif du maraichage sous serre ou «plasticulture". Située aux portes du désert algérien, Biskra, capitale des Ziban, dispose de grandes étendues de sols potentiellement cultivables, d'eaux souterraines abondantes et d'un climat saharien qui offrent des conditions favorables permettant la précocité des produits agricoles (**Hartani et al., 2015**).

Cette wilaya occupe la première place en cultures sous serre dont l'extension est jumelée à une forte activité de production de plants. Cette évolution de la production pourrait être expliquée par les conditions favorables assurées par les abris-serres, qui permettent l'adoption des techniques culturales plus appropriées, pour le développement de cette culture (**Badrane, 2016**).

La culture de la tomate occupe à Biskra une superficie de 2333ha avec une production de 3195250ha (**DSA. de Biskra, 2018**). Les serres offrent la possibilité de cultiver en continu et d'assurer une productivité maximale en adaptant les conditions de culture à chaque plante, Le principal atout des serres est la protection des cultures. En effet, la serre protège efficacement les cultures contre les changements des conditions climatiques, contre le froid ou la grêle (**Anonyme, 2014**).

En effet, Au cours de son cycle végétatif, la tomate est continuellement menacée par les différentes maladies et ravageurs qui l'affectent aussi bien en terme de quantité qu'en terme de qualité **Blancard et al., 2009**). Cette situation, se trouve aggravée par le fait que le système de

production sous serre se caractérise par des conditions microclimatiques (chaleur et taux d'humidité élevé) qui favorisent le développement et l'installation des maladies et la population des parasites et des ravageurs (**Eden et al, 1996; Baptista et al., 2012 cités par Oukala, 2014**) dont les aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*) (**Belkahla & Chaabane, 2008 ; Philippe, 2008**).

Les aleurodes, souvent appelés mouches blanches, sont de très petits insectes volant. Ils appartiennent à la famille des Homoptères, se sont des piqueurs-suceurs qui se nourrissent de la sève des plantes. On dénombre trois espèces particulièrement redoutées dans le maraîchage: l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporarium*), l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*) qui peut infester de nombreuses plantes et l'aleurode du chou (*Aleyrodes proletella*) (**Anonyme, 2017**).

Ce ravageur est un problème dans de nombreuses régions, ce ci pour trois raisons :

- 1- Il se reproduit très vite ce qui provoque une population très élevée de mouche et donc d'importants dégâts,
- 2- Il est capable de transmettre de nombreux et virulents virus, plus de 111 au total dont ToCV, TYLCV, ...etc.
- 3- Certaines sous-espèces sont résistantes aux insecticides (**Anonyme, 2017**).

D'après **Burban (1991)**, Les pertes de rendement dû à ces maladies virales sont parfois considérables. On peut citer l'exemple de mosaïque africaine du manioc, dont la perte de rendement est d'environ 40% à l'échelle du continent africain. Il manque cependant dans bon nombre de cas des données quantitatives sur les pertes de rendement.

Le but de ce travail est d'inventorier et d'étudier la dynamique des aleurodes de la culture de la tomate dans deux localités de la région de Biskra.

Ce manuscrit est scindé en deux parties, la première porte sur l'étude bibliographique de la plante hôte (la tomate) et du ravageur, et la deuxième partie porte sur la présentation de la région d'étude, matériels et méthodes, et résultats et discussions.

Chapitre I -GENERALITE SUR LA TOMATE

1.1-Historique de la plante

La tomate est originaire de l'Amérique du sud, précisément de la cordillère des Andes, aujourd'hui partagée entre le Pérou, le Chili et l'Equateur. Elle a été introduite en Europe après la découverte des Amériques par les Européens. Elle a été longtemps cultivée en tant que plante ornementale parce qu'elle était entourée de réputation d'être toxique. Son utilisation ornementale lui a valu le nom de pomme dorée ou golden appelé (du latin *Mala aurea*) Le mot « tomate » dérive de l'appellation indienne du Mexique: « tomatl ». Le premier écrit relatant la comestibilité de la tomate reviendrait à l'italien **Matthioli (1544)** qui avait rapporté que " la tomate est mangée avec de huile, du sel et du poivre "

1.2-Importance économique de la tomate

1.2-1-Dans le monde

La tomate est l'une des cultures maraichères les plus répandues dans le monde. C'est une source importante de vitamines, et aussi une culture de rente importante pour les petits exploitants et pour les agriculteurs/trices commerciaux qui ont une exploitation moyenne (**Naika et al., 2005**).

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde (170 selon la FAO) et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous-abri. C'est, par le volume de production, le premier légume au plan mondial, devant *la pastèque* et *le chou*, mais derrière *la pomme de terre* et *la patate douce* (**FAO, 2009**).

La tomate peut être cultivée soit en plein champ, soit sous serre. Elle est produite en serre essentiellement en **Amérique du Nord** et en **Europe**, où les systèmes de production sont extrêmement intensifs et peuvent produire des rendements très élevés (jusqu'à **700 tonnes/ha**). La production en plein champ est beaucoup moins intensive, et c'est le système le plus courant dans les régions tropicales et subtropicales (**Badrane, 2016**).

Durant la période de **1961 à 2007**, la production mondiale a été multipliée par près de **4** fois, passant de **27,6** à **102,2** millions de tonnes (**Badrane, 2016**).

Cette évolution a été particulièrement forte en "Asie", ainsi, "la Chine" a multiplié sa production par **7** dans la même période, "l'Inde" par **18,5**. Le rendement moyen s'établit à **23,1 t/ha**, un peu en dessous du niveau mondial, en "Chine" et à **17,9 t/ha** en "Inde". Il

s'étage entre **50** et **80 t/ha** dans "les pays du sud de l'Europe", tandis que "les pays du nord", dont la production est quasi exclusivement assurée sous serre, ont des rendements records : **445 t/ha** aux Pays-Bas, **428 t/ha** au "Royaume-Uni" et **408 t/ha** en "Belgique" (Heuvelink, 2009 ; Badrane, 2016).

1.2-2-En Algérie

Près de 51% de la production nationale en tomate a été transformée pour les besoins de l'agro-alimentaire en 2018, soit près de 8 millions de quintaux (Anonyme, 2019).

La production de la tomate industrielle a été marquée durant la campagne agricole 2017-2018 par une amélioration notable, atteignant ainsi les 15,4 millions de quintaux, comme l'a indiqué le secrétaire général du ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche. M. Kamel Chadi qui s'exprimait à l'ouverture des travaux de la rencontre nationale consacrée à l'évaluation de la filière de tomate industrielle, a précisé que cette quantité représente, en fait, un taux de croissance de plus de 27% par rapport à la campagne écoulée et une valeur de production estimée à 61,5 milliards de dinars contre 48,5 milliards de DA lors de la campagne agricole de 2016-2017 (Anonyme, 2019).

Il fera savoir également que la superficie réservée à la culture de la tomate industrielle connaît actuellement une «évolution sensible», avec une hausse de plus de 17% dans la superficie globale plantée (23.702ha), notant, dans ce même contexte, l'introduction de la culture de tomate industrielle au niveau de trois autres wilayas, à savoir, Constantine (20ha), Tamanrasset (14ha à Ain Salah et 59ha à Naâma). Le même responsable a donné d'autres chiffres concernant la tomate industrielle, il relève que «la tomate fraîche collectée et transformée à travers 23 unités, la quantité enregistrée est de 7,9 millions de quintaux avec une capacité de transformation de 343 quintaux par jour ; soit, plus de 7% par rapport à la saison agricole précédente.

1.2-3-A Biskra

La wilaya de Biskra occupe la première place en cultures sous serre dont l'extension est jumelée à une forte activité de production de plants. Cette évolution de la production pourrait être expliquée par les conditions favorables assurées par les abris-serres, qui permettent l'adoption des techniques culturales plus appropriées, pour le développement de cette culture (Badrane, 2016). La tomate occupe à Biskra une superficie de 2333ha avec une production de 3195250ha (DSA. de Biskra, 2018).

1.3- Classification botanique

La tomate appartient à la famille des solanacées. Linné l'avait classée, dans ses livres « *Species Plantarum* » (1753) et « *Genera Plantarum* » (1754), dans le genre *Solanum* en tant que *Solanum lycopersicum*. C'est **Philip Miller (1754)** qui distingua, dans son dictionnaire, le genre *Lycopersicon* du genre *Solanum* (El fadl & Chtaina. 2010).

Selon **FAO (2007)** et **IPNI (2005)** cités par (Serge et Janice, 2009). La tomate est classée comme suit :

- Classe :** Magnoliopsida.
Sous classe : Asteridae.
Ordre : Solanales.
Famille : Solanaceae.
Genre : *Solanum*.
Nom : *Solanum lycopersicum* Mille.

1.4-Description botanique du la tomate

La tomate est une plante herbacée, annuelle dont la racine est pivotante et atteint jusqu'à 50 cm de profondeur ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices. Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. Elle est pleine, fortement poilue et glandulaire. Les feuilles sont disposées en spirale, de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm. Les fleurs sont bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les Anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles.

La tomate est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu, les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs.

Le fruit de la tomate est une Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés. Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont

poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L’embryon est enroulé dans l’albumen. Le poids de 1000 grains est approximativement de 2,5 à 3,5 g (Naïka *et al.*, 2005).

1.5-Variétés de la tomate

Il existe deux types de variétés de tomates :

- les variétés à port indéterminé, qui nécessitent des interventions de taille (on pince les gourmands) pour limiter la croissance et provoquer de nouvelles floraisons et qui demandent souvent un tuteurage,
- les variétés à port déterminé dont le développement est de type buissonnant qui ne nécessitent ni taille ni bouturage utilisée en plein champ (Philippe, 2008).

Cependant les variétés les plus cultivées en Algérie sont :

- **Sous serres Multi chapelles et Tunnel** : Panekra, Valouro, Kawa, Tofen, Tyerno, Tingad, Keylago, Agora, Zahra, ...
- **En Plein champ** : Zéralda, Halida.
- **Tomate en grappe** : Miracle Grappe (Raveesh et Charu, 2018).

1.6- Compositions nutritionnelles

Le fruit de la tomate est très riche en eau, en sucre, et contient aussi d’autres éléments comme les vitamines, surtout la vitamine et en calcium, ce qui résumé dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 01 : Composition biochimique de la tomate (quantités moyennes et quantités minimales et maximales pour 100 g net de tomates) (Jean, 2015) .

Composantes	Quantité	Min-Max
Eau	925g	88-96.6g
Protéines	0.8g	0.5-1.3g
Lipides	0.26g	0.07-1.8g
Glucides	172g	-
Sucres	166g	NC-35g
Fibres	141g	0.7-3.2g

Tableaux 02 : Teneur en vitamines de la tomate (pour 100g de poids net) (Jean, 2015).

Vitamines	Quantité	Min-Max
Provitamine A Béta-carotène	840 mg	184-1200 mg
Equivalent Vitamine A	140 mg	30.67-200 mg
Vitamine B1	0.06 mg	0.02-0.07 mg
Vitamine B2	0.04 mg	0.4 mg
Vitamine B3	0.6 mg	0.44-0.85 mg
Vitamine B5	0.27mg	0.04-0.33 mg
Vitamine B6	0.08 mg	0.05-0.15 mg
Vitamine B9	20.5 mg	1-52 mg
Vitamine C	143 mg	47-26 mg
Vitamine E	1.11 mg	0.39-13 mg

Tableaux 03 : Teneurs en minéraux et en oligoéléments de la tomate (pour 100g de poids net) (Jean, 2015).

Minéraux et oligoéléments	Qté	Min-Max
Calcium	8.24 mg	317-60 mg
Cuivre	0.0326 mg	0.01-0.13 mg
Fer	0.151 mg	0.01-0.95 mg
Iode	2 mg	0.01-NC mg
Magnésium	10.1mg	5-20 mg
Manganèse	0.0711 mg	0.01-0.23 mg
Phosphore	19.3 mg	8-53 mg
Potassium	251 mg	92-534 mg
Zinc	0.221 mg	0-2.42 mg

1.7-Cycle de plante

A Phases végétatives

A.1.- Phase de germination

A température ambiante comprise entre 18 et 24°C, la levée s'effectue au bout de 6 à 8 jours. Au dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et

opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible (Andry, 2010).

A.2- Phase de croissance

La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{ème} jour. Au bout de 1 mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles découpées. Lorsque le jeune plant atteint 15 à 20 cm de hauteur en moyenne et la plantule arrive au stade de repiquage (Andry, 2010).

B. Phase de reproduction

B.1-Phase de floraison

La croissance continue. Deux et demi mois environ, après le semis, la première inflorescence apparaît. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première avec, entre chaque inflorescence, un nombre variable de feuilles : de une à quatre. La floraison s'échelonne donc de bas en haut. La floraison dure 1 mois à 1 mois et demi, c'est-à-dire de deux mois et demi à trois et demi quatre mois après le semis (Andry, 2010).

B.2-- Phase de fructification/maturation

Elle débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, ils commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué. Cette phase dure environ deux mois, soit de quatre à six mois après le semis. La durée du cycle végétatif complet de la tomate est de 4 à 5 mois environ pour les semis direct en pleine terre et de 5 à 6 mois pour les plants repiqués. En contre saison, le cycle végétatif s'allonge et il peut atteindre 7 mois (Andry, 2010).

1.8- Exigences pédoclimatiques

La tomate est une plante d'origine tropicale, elle présente des exigences particulières : particulièrement de température et de lumière.

1.8.1- La température

La température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate. Celle-ci réagit énormément aux variations thermiques qui ont lieu pendant le cycle de croissance. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C (Tableau 04).

Les plantes de tomate peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus de la plante seront endommagés (Naika et al., 2005).

Tableau 04 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate (Naika et al., 2005).

Phase	Min	Intervalle optimal	Max
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
développement de la couleur rouge	10	20-24	30

Les basses températures ralentissent la croissance et le développement des plantes entraînant un raccourcissement des entre-nœuds, favorisent la formation d'un feuillage abondant au détriment de la production, comme elles peuvent entraîner des difficultés de nouaison (IAV, 1999). Par contre, les températures élevées réduisent la formation des fruits et inhibent le développement de couleur normal de fruits (Benton, 1999). En ce qui concerne la température du sol, la tomate est aussi exigeante. L'optimum se situe entre 14 et 18 °C (Iav, 1999) cité par Tikarrouchine (2009).

Il résulte que :

- La croissance de la tomate est meilleure lorsque les maxima journaliers sont supérieurs à 10°C (ou plus) aux minima, sans toutefois dépasser 30°C,
- les plants sont plus robustes lorsqu'ils subissent des températures relativement basses au stade de la pépinière (10-15°C),
- la croissance n'est pas trop contrariée par des températures élevées, si le temps est ensoleillé (étiolement par temps couvert) (Iav, 1999) cité par Tikarrouchine (2009).

1.8.2-La lumière

Les exigences de la tomate en lumière sont aussi très grandes. La tomate est une culture neutre à la photopériode. Cependant, elle est exigeante en énergie lumineuse notamment pour l'initiation florale (Philouze & Hedde, 1993). La réduction de la lumière baisse le pourcentage de germination du pollen. En temps couvert, la déhiscence des anthères est mauvaise. En revanche, le déficit de lumière est compensé par les températures élevées sous les serres (effet serre) (IAV, 1999) cité par Tikarrouchine (2009).

1.8.3- L'eau et l'humidité

Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000m³/ha. Ces besoins varient en fonction des différentes phases physiologiques de la plante (ITCML, 1995). Ces besoins peuvent être couverts par des apports de 25% des besoins globaux durant la phase végétative, 50% durant le pic des cueillettes et 25% durant la dernière phase de la culture (Elattir et al., 2003). Une humidité relative de 60 à 65 % est jugée optimale durant tout le cycle (ITCML, 1995). Une carence en eau provoque la chute des bourgeons et des fleurs ainsi que le fendillement des fruits (Naika et al., 2005). Par contre une humidité trop élevée couplée à une température élevée, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre-nœuds. Elle favorise aussi le développement des maladies, notamment le botrytis et le mildiou (Iav, 1999) cité par Tikarrouchine (2009).

1.8.4- Les éléments fertilisants

Les besoins de la tomate en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la technologie de production, de la nature du sol, de la stratégie d’irrigation et du rendement escompté (Tikarrouchine, 2009). Le (Tableaux 05) montre la teneur et le rôle des principaux éléments nutritifs chez la tomate, ainsi que les symptômes de carence

Tableaux 05 : Teneurs et rôles des principaux éléments nutritifs chez la tomate et symptômes de carence (Serge & Jacine, 2009).

Élément Nutritif	Mode d’absorption, mobilité entre les organes	Rôle	Symptômes de carence (ils débutent généralement par les feuilles de la base
Azote (N)	Absorbé et utilisé principalement sous forme de nitrate (NO ₃ ⁻), en moindre quantité sous forme d’ammonium (NH ₄ ⁺), et de façon négligeable sous forme nitrite (NO ₂ ⁻) Peu mobile à	Premier constituant des protéines Synthèse d’acides Aminés Croissance	Plante peu vigoureuse Folioles petites et vert pâle avec des nervures parfois Violacées Petits fruits

	l'intérieur de la plante		
Phosphore (P)	Absorbé par la plante sous forme d'ions $H_2PO_4^-$ Mobile à l'intérieur de la plante Consommé en petite quantité	Facteur de précocité Enracinement Floraison (redistribution du phosphore des organes jeunes vers les inflorescences) Fructification (réserve dans les graines) Qualité des bouquets	Plante rabougrie Tiges très fines, coloration violette Folioles vert sombre, coloration violette de leur face inférieure (surtout les nervures) Folioles courbées vers le dessous Fruits creux et mal colorés Plante entière affectée par la suite
Potassium (K)	Absorbé et utilisé sous forme d'un cation monovalent K^+ facilement absorbé Très mobile à l'intérieur de la Plante C'est un des éléments les plus abondants dans la plante Besoins de la plante augmentent à partir de la floraison du troisième bouquet	Maintien de la pression osmotique Favorise-le grossissement et la coloration du fruit	Les plantes réutilisent K par migration des tissus âgés vers les tissus jeunes : les symptômes visuels de déficience sont surtout visibles sur les feuilles les plus âgées Folioles : jaunissement internervaire en tache et dessèchement de leur partie périphérique Ramollissement des fruits

1.8.5- Le sol

1.8.5.1-Structure et texture

En général, la tomate n'a pas d'exigences particulières en matière de sol. Cependant, elle s'adapte bien aux sols profonds, meubles, bien aérés et bien drainés. Une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est préférable. (**Madrpm, 1999**).

En ce qui concerne la salinité, la tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4mmhos/cm, soit 2,5g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10%. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25% à une salinité de l'ordre de 4g/l. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement export, suite à la réduction du calibre du fruit. A cet effet, un contrôle de la CE durant tout le cycle de la culture est indispensable. Le contrôle se fait au niveau des goutteurs (solution fille) à l'aide d'un conductimètre et elle doit être maintenue entre 1 et 2mmhos/cm en fonction du stade de la culture et de la saison (**Madrpm, 1999**).

1.8.5.2-PH

La tomate est une culture indifférente au pH du sol. Le rendement varie peu avec la variation du pH. Cependant, sur des sols à pH basique (pH>7), qui sont d'ailleurs les plus rencontrés au Maroc, certains micro-éléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu). La carence la plus fréquente est celle de fer, elle apparaît en général à un stade avancé de la culture. Dans ce cas, une correction ferrique par un apport d'engrais foliaire ou en fertigation est nécessaire (**Madrpm, 1999**).

1.8.5.3-Salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4 mmhos/cm, soit 2,5 g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10 %. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25 % à une salinité de l'ordre de 4 g/l. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement export, suite à la réduction du calibre du fruit. A cet effet, un contrôle de la CE durant tout le cycle de la culture est indispensable. Le contrôle se fait au niveau des goutteurs (solution fille) à l'aide d'un conductimètre et elle doit être maintenue entre 1 et 2 mmhos/cm en fonction du stade de la culture et de la saison (**Madrpm, 1999**).

1.9-Principaux ravageurs et maladies de tomate

La tomate est sujette à plusieurs maladies (mildiou, oidium, ...etc) et aussi à l'attaque de plusieurs ravageurs tels que les pucerons et les thrips ...etc, ce qui est montré par le **tableau 6**.

Tableaux 06 : Principaux maladies et ravageurs de tomate. (Madrpm, 1999).

Maladies cryptogamiques	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Alternaria	<p>Sur feuille: Apparition de taches arrondies noirâtres montrant des cercles concentriques.</p> <p>Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige.</p> <p>Sur Fruit: la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.</p>	<p>Utilisation des variétés résistantes, destruction des fanes des cultures précédentes, rotation culturale adéquate, aération des tunnels, traitement chimique</p>
Oïdium	<p>Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure, Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie.</p> <p>La maladie ne se manifeste jamais sur fruit.</p>	<p>Assurer une bonne aération des serres pour éviter l'excès de chaleur, éviter les assoiffements des plants, supprimer les feuilles basales attaquées par la maladie, stimuler la croissance par un apport azoté, traitements chimiques</p>
Mildiou	<p>Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure des feuilles on voit un duvet blanc, grisâtre qui dissémine les spores. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.</p>	<p>Eviter les excès d'azote et d'eau, bonne aération des tunnels, élimination des plants malades, effeuillage régulier, traitements chimiques préventifs, alterner les produits pour éviter l'accoutumance</p>
Botrytis (ou pourriture grise)	<p>Sur feuille et tige: Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. Sur fruit, on</p>	<p>Réduire les sources d'infection, destruction des débris végétaux, choix de variétés résistantes, éviter l'excès d'eau, éviter l'excès d'azote, aération adéquate des serres, traitement</p>

	observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.	chimique, en préventif (essayer d'alterner les produits de la famille benzimidazoles et les dicarboximides)
Insectes et ravageurs		
Acariens	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau devient suberifiée et présente des craquelures	Aération des tunnels, éviter l'assoiement des plants par une irrigation régulière, assurer un bon binage pour éliminer les plantes hôtes, éviter l'excès de certains produits chimiques qui peuvent éliminer les prédateurs naturels et faire apparaître des résistances chez le ravageur, traitement chimique avec des acaricides
Noctuelles	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. Sur fruit, les larves creusent des galeries qui évoluent en pourriture, puis une chute prématurée des fruits attaqués.	Traitement insecticide à base de pérythrinoïdes (Deltaméthrine, perméthrine etc..) en alternance avec les autres insecticides couramment utilisés
Désordres physiologiques		
Nécrose apicale	Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistillaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie.	Apport d'engrais azoté à base de nitrates et de calcium Irrigation régulière, ébourgeonnage et effeuillage à temps, éviter l'irrigation avec des eaux saumâtres, traitement chimique avec les nitrates de chaux ou le chlorure de calcium
Eclatement	Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au	Irrigation régulière, aération judicieuse des abris

	niveau du collet qui peuvent évoluer, si les conditions deviennent favorables, en éclatement circulaire ou radial	fertilisation rationnelle, utilisation de variétés tolérantes
Tomate creuse	Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse.	Fertilisation potassique fractionnée, éviter l'apport excessif d'azote et de phosphore, Irrigation régulière, bonne fermeture des abris pendant la nuit au cours des mois les plus froids, amélioration de la nouaison par l'utilisation des vibreurs
Blotchyripening	Les fruits affectés présentent des plages verdâtres, irrégulières qui persistent même à maturité complète. Une coupe longitudinale du fruit, montre un brunissement de péricarpe avec des vaisseaux liquéfiés.	Eviter l'excès d'azote, éviter l'excès d'eau, pratiquer un bon effeuillage et ébourgeonnage, surtout pour les variétés à forte densité de feuillage, aération régulière des abris-serres, éviter l'effet d'ombrage causé par des brise-vents ou des tunnels trop rapprochés
Maladies bactériennes		
Chancre Bactérien	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et HR élevée, on observe des chancre ouverts sur tiges et pétioles. Sur fruit, se forment des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom de "oeil d'oiseau"	Eviter les terrains infestés Aération convenable des serres -Eviter l'apport excessif d'azote -Eviter les excès d'eau -Eliminer les plants malades -Appliquer des fongicides à base de cuivre qui ont un effet bactériostatique -Désinfection des abris-serre avant plantation -Utilisation de semences certifiées -Traitement de semences

		Variétés résistantes
Moucheture de la tomate	<p>Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre.</p> <p>Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs.</p> <p>Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.</p>	
Gale Bactérienne	<p>Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune.</p> <p>De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles.</p> <p>Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.</p>	
Moelle Noire	<p>Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules.</p> <p>Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles.</p> <p>Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe</p>	

	dans le cas d'une maladie vasculaire.	
Viroses (TYLCV)	Ralentissement de la croissance Jaunissement des folioles Fruits petits et nombreux Enroulement des feuilles en forme de cuillère Rabougrissement des plants infectés	Lutte préventive contre le vecteur <i>Bemisia tabaci</i> Lutte biologique par l'utilisation de prédateurs naturels: <i>Eucarsia formosa</i> contre la mouche blanche Lutte culturale: éliminer les sources primaires et secondaires du virus, utilisation de filets étanches et utiliser les plants sains
Nématodes à galles	Apparition de galles sur les racines des plants attaqués. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.	Eviter le sol infesté, désinfection avant plantation à l'aide de nématicides, utilisation de variétés résistantes, recours aux portegreffes résistants

1.10-lutte contre Les mauvaises herbes de la tomate

Les mauvaises herbes devraient être contrôlées parce qu'elles concurrencent la culture de tomate pour la lumière, l'eau, et les éléments nutritifs. Parfois ils jouent un rôle dans la transmission des maladies de tomate, comme le virus du TYLCV.

Les adventices dominantes en plein champs chez la tomate sont : *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria spp*, *Echinochloa crus galli*, *Sonchus oleraceus*, *Sonchus asper*, *Orobanche ramosa*, *Datura stramonium*, *Urtica urens*, *Convolvulus arvensis*, *Portulaca oleracea*, *Cichorium endivia*, *Ranunculus sardous*, *Cynodon dactylon*, *Anagallis foemina*, *Malva parviflora*, *Diploaxis catholica*, *Emex spinosa*, et *Daucus carota*. Les mauvaises herbes qui commencent à poser

problème récemment sont : *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Malva parviflora*, *Cynodon dactylon*, et *Orobanche* spp (Jean ; 2011). La période critique de compétition entre les mauvaises herbes et la tomate s'étale entre 1 et 1,5 mois après la transplantation. Les herbicides autorisés chez la tomate sont la metribuzin (Sencor) et la pendimethalin (Prowl). Le paillis aide dans la suppression de la croissance des mauvaises herbes (Jean ; 2011).

1.11-Importance de la lutte intégrée

Un sol sain contribue à éviter plusieurs problèmes causés par les ravageurs et les maladies présents dans le sol, comme la fonte des semis, les nématodes à galles, la pourriture du collet, la flétrissure verticillienne et la fusariose. La solarisation ou la stérilisation du sous sol et du sol sont efficaces. Durant le repiquage, il faut veiller à ne pas abîmer les jeunes plants, car les blessures permettent aux maladies de pénétrer dans les plantes. En pépinière, un écran fin protégeant les plantes contre les pucerons et les mouches blanches peut atténuer la gravité des attaques et retarder ou prévenir la transmission de virus. La lutte culturale est l'ensemble des méthodes de lutte contre les ravageurs basées sur les procédés cultureux. L'hygiène des cultures est extrêmement importante pour la lutte contre la plupart des ravageurs. Elle peut impliquer l'élimination et la destruction des résidus de culture, des plantes fortement infestées, des repousses provenant d'une récolte précédente, et des adventices de la famille des solanacées. Le labour peut faire remonter à la surface les larves et les pupes d'insectes ravageurs terricoles, comme les vers gris. Ils sont alors exposés aux prédateurs, y compris les oiseaux et les coléoptères vivant au niveau du sol. Une rotation des cultures où les solanacées ne reviennent que tous les trois ans au maximum peut aider à combattre beaucoup de problèmes. Certaines maladies, comme la pourriture du collet et la fusariose, peuvent survivre pendant de nombreuses années dans le sol, même en l'absence de la plante hôte. Les rotations pratiquées doivent alors être plus longues (Jean ; 2011).

1.12-Lutte biologique

Pour les cultures de tomate, on fait appel à des systèmes de lutte biologique très élaborés. Des ennemis naturels sont lâchés pour lutter contre les principaux ravageurs comme les pucerons, les araignées rouges et les mouches blanches. Dans les cultures de plein champ, les lâchers de parasitoïdes qui s'attaquent aux mineuses des feuilles peuvent donner des efficacités intéressantes. On peut aussi épandre des champignons bénéfiques du genre *Trichoderma* pour une lutte biologique contre divers pathogènes terricoles. Les bio-pesticides comme le *Bacillus thuringiensis* peuvent être efficaces contre de nombreuses chenilles nuisibles(Jean ;2011).

Chapitre 2 GENERALITE SUR LES ALEURODES**Définition**

Les aleurodes sont des insectes qui appartiennent à l'ordre des hémiptères et la famille Aleyrodidae qui est composée d'insectes minuscules nommés de «mouches blanches» comme les ailes et le corps des adultes sont recouverts d'une fine cire blanche en poudre ou farineuse. Il y en a environ 1500 (**Martin 2004**).

Les pullulations de ces insectes sont redoutées par les serristes, horticulteurs, arboriculteurs et agriculteurs - mais aussi les amateurs de plantes en pot, comme ils causent le dépérissement, les souillures, et les viroses fatales des plantes. La couleur des imagos des quelque 1 200 membres de cette famille d'Hémiptères sternorynques, voisins des cochenilles, des pucerons et des psylles. Comme eux, ils ponctionnent les tissus végétaux et transmettent des virus (**Tikarrouchine, 2009**).

2.1-Répartition mondiale des aleurodes

Les aleurodes sont distribués dans les régions tropicales et les régions tempérées (**Quaintance & Baker, 1915**). Mais certaines espèces qui ne résistent pas au froids des zones tempérées vivent et prospèrent dans les cultures sous-serre, lorsqu'elles sont introduites accidentellement (**Anonyme, 2016**).

2.2-Position systématique

L'étude systématique des aleurodes est très difficile, elle est basé sur les stades immatures (principalement sur le quatrième stade larvaire, le puparium, le pré pupe ou pupe) Plutôt que sur les adultes (**Mound & Halsey, 1978 : Gill, 1990**).

Les aleurodes appartiennent tous à la famille des Aleyrodidae. (**Mound & Halsey, 1978**) ont donné une liste de 1156 espèces d'aleurode, appartenant à 126 genres. Après, plusieurs nouveaux genres et espèces ont été décrits où ils ont donnée d'autres synonymes à des taxons déjà décrits (**Martin & Mound, 2007**) ont récemment publié une liste des aleurodes du monde qui comprend 1556 espèces appartenant à 161 genres, de trois sous-familles (Aleurodicinae, Aleyrodinae et Udamosellinae) et une fossile sous-famille (Bernaeinae). La sous-famille Aleurodicinae appartient principalement au Nouveau Monde, et comprend 118 espèces de 18 genres; la sous-famille Aleyrodinae est distribuée dans le monde entier et comprend 1424 espèces appartenantes à 148 genres, et la sous-famille Udamosellinae comprend 2 espèces sud américaine appartenant à un seul genre (genre de Udamoselis) (**Gregory & Evans, 2008**).

2.3-Description**2.3.1-L'œuf**

Il est allongé, ovale de couleur jaune à noir, possède un court pédicelle qui sert à l'attacher lors de la ponte sur la plante hôte (**Tikarrouchine, 2009**), Leurs surfaces peuvent être lisses ou sculptées (en nid d'abeille). De nombreuses espèces pondent leurs œufs dans un ou plusieurs rangs concentriques semi-circulaires ou circulaires, mais d'autres dispersent leurs œufs sur la feuille (**Gregory et al., 2005**).

2.3.2-La larve

Le nombre de stades larvaires est de quatre. Le quatrième stade est généralement appelé puparium. Le premier stade a des pattes et des antennes bien développées et est généralement de couleur pâle à légèrement translucide. En tant que seul stade larvaire mobile, la larve du premier stade sélectionne un site pour sa fixation permanent (**Gregory et al., 2005**).

Les larves sont ovales et aplaties, de couleurs variées. Elles ont souvent des expansions cireuses. Au premier stade, elles possèdent antennes et pattes (larves « mobiles » ou « baladeuses ») qu'elles perdent lors de la première mue. Aux trois stades suivants, les individus sont sessiles. La larve de 4e stade cesse bientôt de s'alimenter, restant ancrée au végétal par ses stylets. Au travers de sa cuticule, on voit apparaître progressivement le futur adulte avec ses appendices. Lors de la mue imaginale, ce dernier sort de la cuticule du puparium par une fente en T l'insecte a été introduit accidentellement en Europe où il se développe au dehors dans le Sud et dans les serres au nord, où il est devenu un ravageur majeur (**Tikarrouchine, 2009**).

Le puparium est en forme de boîte ovale de moins de 3 mm de grand diamètre, avec de courtes projections cireuses marginales (**Tikarrouchine, 2009**).

2.3.3-L'adulte

L'imago, jaune pâle, mesure 1 mm ; il tient ses ailes à plat sur le dos. La larve, verdâtre pâle, de 0,3 mm à l'éclosion, ressemble à une cochenille. (**Tikarrouchine, 2009**).

La tête a une forme presque triangulaire. Les yeux composés généralement resserrés au milieu (réniformes). Les ocelles sont au nombre de deux et sont situées près du bord antérieur des yeux composés. La position de ces ocelles par rapport aux yeux composés varie chez les différentes espèces. Les antennes sont placées sous les yeux, ils ont une ressemblance frappante avec ceux de l'Aphididae, Les premier et second segments antennaires sont

toujours courts et épais, tandis que les autres segments sont allongés ou sube-cylindriques (**Quaintance & Baker, 1915**). Les mâles et les femelles sont ailés et possèdent 4 ailes membraneuses sans veines croisées. Le dimorphisme sexuel se présente au niveau des organes génitaux, et dans le nombre de plaques de cire abdominales ventrales, des antennes et de la taille du mâle qui est légèrement plus petit (**Gregory et al., 2005**).

2.4-Cycle biologique

Les aleurodes ont six stades de développement: l'œuf, quatre stades et l'adulte. Les œufs sont pondus séparément sur le dessous de la feuille et sont de couleur blanche. Chaque femelle peut produire jusqu'à 300 œufs. La durée du cycle de vie dépend de la température et des espèces végétales. Il peut prendre 14 à 60 jours, mais généralement *Bemisia spp* Prend 20 jours à 80 ° F. Ces espèces se reproduisent par parthénogenèse (reproduction sans fertilisation) (**Zitter et al., 1996**). Dans le nord de la Floride, on observe souvent de fortes populations de *Bemisia* à l'automne, tandis que dans le sud de la Floride, les populations ont tendance à exister toute l'année, avec un pic en été (**Liburd et al., 2016**).

Les générations peuvent se succéder sans discontinuité. En conditions favorables, le cycle est bouclé en trois semaines. Une femelle pond de 30 à plus de 500 œufs. Dans les climats tropicaux à subtropicaux, des générations continues peuvent se produire avec un développement ralenti pendant des périodes courtes et fraîches. Comme chez tous les Hémiptères, le développement est du type hétérométabole (progressif) mais avec la présence d'un 4e stade larvaire particulier, dit « puparium» (**Soualah & Osmane, 2009**).

Le premier stade larvaire a des pattes et des antennes bien développées, il est généralement de couleur pâle à légèrement translucide. En tant que seul stade larvaire mobile, les larves du premier stade sélectionnent un site pour une fixation permanente. Les pupes, connues sous le nom de cas de pupes après l'émergence des adultes, de nombreuses espèces présentent des quantités variables de sécrétion de cire de papilles ou de pores simples ou composés (**Anonyme, 2009**).

Exemple : Biologie de l'espèce *Bemisia tabaci*

Vu que *Bemisia tabaci* est une espèce de grande importance économique nous avons présenté son cycle évolutif. En effet, les femelles de cette espèce pondent leurs œufs de façon dispersée à la surface inférieure des feuilles. Ils sont accrochés au travers de l'épiderme foliaire, dans le mésophylle, par un pédicelle (**Avidov 1956; Paulson & Beardsley 1985 cités par Burban, 1991**).

Après l'éclosion 4 stades larvaires sont distingués, séparés par des mues successives. Le 1er stade est le seul mobile, sa mobilité étant toutefois très réduite: la larve rampe sur la feuille à la recherche d'un site nourricier adéquat où elle se fixe et où aura lieu tout le reste du développement larvaire. Les stades suivants s'accompagnent d'un grossissement de la larve et de quelques changements morphologiques. Le dernier stade larvaire peut-être aisément distingué du stade pupal bien qu'aucune mue ne les sépare, notamment parce que les yeux rouges deviennent beaucoup plus grands. L'adulte émerge d'une ouverture médiane en forme de T dans la partie antérieure du puparium, laissant sur la feuille une exuvie caractéristique de l'espèce **Burban (1991)**.

De nombreuses descriptions du cycle développement et de la morphologie sont disponibles pour les stades larvaires (**Azab et al., 1969a, 1969b, 1971; El Helaly et al. 1971a; Lopez-Avila 1986; Sharaf & Balta 1985**) et pour les adultes (**Azab et al. 1969; Gupta 1972; Hill 1969 cité par Burban, 1991**).

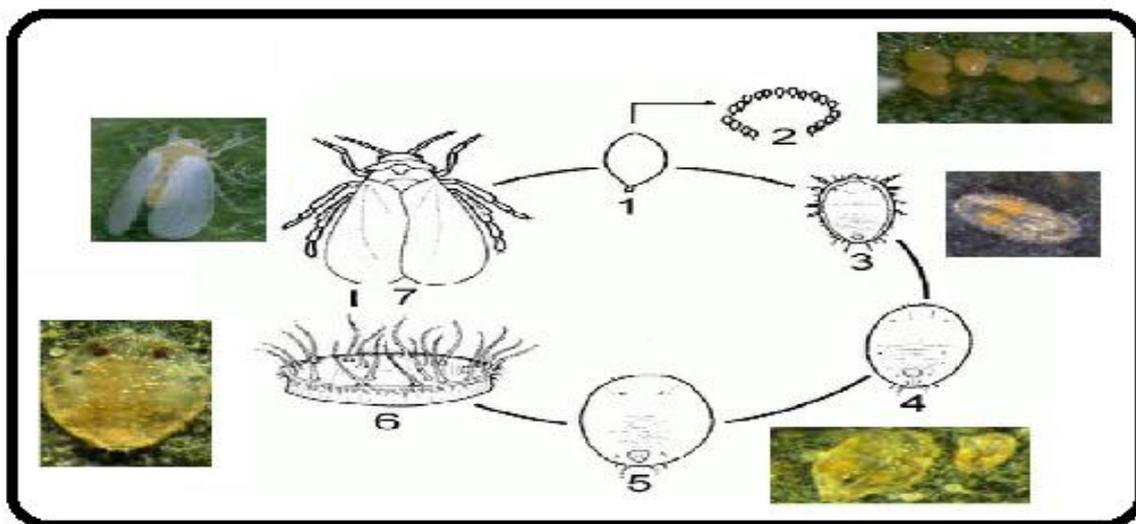


Figure 01 : Cycle de développement de *Bemisia tabaci*. : 1 et 2 Œufs (0.25 mm) ; 3 Larve L1 (0.3 mm) ; 4 Larve L2 (0.37 mm) ; 5 Larve L3 (0.51 mm) ; 6 Larve L4 ou "pupe" (0.73 mm) ; 7 Adulte (1 mm) (Dourdaïne, 2013).

L'accouplement a généralement lieu entre une heure et trois jours après l'émergence des adultes. **Li et al. (1989)** pensent que si des phéromones sont impliquées lorsque le male courtise la femelle, elles n'agiraient qu'à de très faibles distances. Il existe une reproduction asexuée de type arrhénotoque, les femelles non fécondées produisant alors des males. Dans les zones tropicales, le nombre de générations par an peut varier de 11 à 15 (**Vaissaer et al., 1998**).

La ponte débute quelque temps après l'accouplement. Le nombre d'œufs pondus et la durée sont très variables. Une femelle de *B. tabaci* pond approximativement 200 œufs et l'incubation dure environ une semaine à 25C° (**Appert et al., 1982**). *Trialeurodes vaporariorum* peut pondre 150 à 450 œufs selon la différente température **Onillon (1976)**. Cette variation s'observe chez *Aleurodes brassicae* (**WALKER, SD cité par Bounoua & Brahim 2011**).

D'après **Bagayoko (1986)**, la larve se dégage lors de son éclosion en laissant les deux mortiers du chorion à position initiale.

2.5-Prise alimentaire

Les larves et les adultes des aleurodes piquent les tissus végétaux (les feuilles en général) pour sucer la sève élaborée dans les vaisseaux du phloème ou les liquides intracellulaires. Il s'en suit un affaiblissement de la plante qui flétrit. Les aleurodes sont parmi les pires ravageurs en plein air dans les zones tropicales et subtropicales, sur tomate, haricots, manioc, cotonnier, cucurbitacées, pomme de terre, patate douce, agrumes, plantes ornementales (**Soualah & Osmane, 2009**).

2.6-Déplacement des adultes

L'adulte est le stade le plus mobile et responsable de la colonisation de la plante hôte. Les aleurodes peuvent se déplacer et se disperser sur de longues distances en volant et sont emportés par les courants d'air (**Carlos, 2006**).

Les adultes de *B. tabaci* ont deux modes de déplacement : des vols de courte distance au sein de la masse foliaire et des vols de longue distance. Les adultes qui viennent d'émerger sur les feuilles les plus basses migrent tout d'abord sur les feuilles de la partie apicale pour s'alimenter et pondre par la suite. Les vols de courte distance ont lieu près de la surface du sol. Les vols de longue distance ont lieu de façon plus ou moins passive lorsque les insectes sont entraînés par le vent. Ces vols ont plutôt lieu durant le matin et au milieu de la journée, aux heures les plus chaudes. Par convection, les insectes sont dans un premier temps entraînés en altitude. Les distances de vol sont généralement de l'ordre de quelques centaines de mètres.

Avec un vent favorable, certains individus seraient théoriquement capables d'effectuer des déplacements de plusieurs kilomètres (**Vaissaer et al., 1998**).

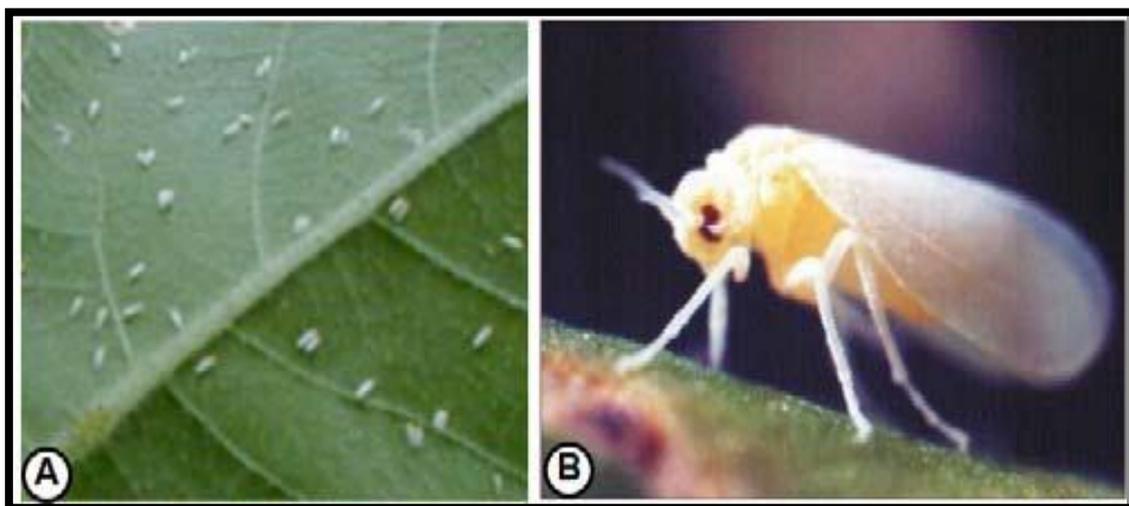


Figure 02 : Mouches blanches (*Bemisia tabaci*) : grandeur nature (A);détail d'une mouche blanche (B) (Traore ; 2011).



Figure 03 : Larves de *B. tabaci* (Gatimel, 2008).

2.7-Ecologie

La durée du cycle de développement des aleurodes dépend de la température, de l'humidité relative, de la photopériode et de la plante hôte (Gerling & Howoritz, 1986 ; Maignet, 1995). Les données concernant cette durée de cycle de développement sur tomate

sont très hétérogènes. Ainsi Lopez-Avila (1986) trouve qu'à 26,7°C la durée de 27 jours, alors que Tsai et Wang (1996) trouvent à 25°C une durée est de 18 jours. Dernièrement, les résultats obtenus au CBGP en 2004 montrent une durée vie de 22 jours pour 25°C.

Dans d'autres étude il s'avère que développement des œufs au stade adulte prend de 105 jours à 15 ° C à de 14 jours à 30 ° C. La fécondité variait également d'une moyenne de 324 œufs pondus par femelle à 20°C à 22 œufs à 30°C. En plus de la température, la plante hôte joue un rôle majeur dans la biologie de *B. tabaci*. En effet, **Hai et al. (2014)** ont constaté que la plante hôte avait un impact plus important sur le développement des œufs que la température, l'humidité et la photopériode.

Le développement de *T. vaporariorum* est optimal à des températures inférieures à celle de *B. tabaci*. Xie et al. (2011) ont constaté que *T. vaporariorum* produisait plus d'œufs et survivait mieux à 15 et 18 ° C, tandis que *B. tabaci* en produisait plus et avait une meilleure survie à 24°C.

2.8-Importance économique

Plusieurs espèces d'aleurodes sont d'une grande importance économique. Elles sont toutes phytophages et certaines transmettent des virus (**Byrne et al., 1990**). L'espèce *Bemisia tabaci* et l'espèce *Bemisia argentifolii* ou *Bemisia tabaci* biotype B) sont des ravageurs communs de diverses cultures et plantes ornementales dans toute la région méridionale. Les espèces *Dialeurodes citri*, et *Singhiella citrifolii*) (synonymisée par la plupart des ouvrages comme *Dialeurodes citrifolii*) et la l'espèce *Aleurothrixus floccosus*, sont communes sur les agrumes et d'autres plantes ornementales en Floride. Récemment, l'espèce *Aleurocanthus woglumi* a été trouvée en Floride mais ne pose généralement pas de problème, ses ennemis naturels gardant cette espèce sous le seuil économique. Les autres espèces pouvant poser des problèmes sont *Trialeurodes abutiloneus* et *Aleurodicus dugesii* (**Gregory et al., 2005**).

2.9-Plantes hôtes

Selon **Mound & Halsy (1978)** les aleurodes étaient surtout connus comme ravageurs de culture de plein champ dans les pays chaud, récemment, ils sont est devenue responsable aussi de dégât en serre dans le monde entier.

Le recensement le plus récent **Greathead (1986)** indique que les aleurodes été observé dans le monde entier sur 506 plantes hôtes appartenant a 74 familles différentes. Les principales familles concernées sont les suivantes : Astéracées (56 espèces), convolvulacées (20 espèces), cucurbitacées (17 espèces), euphorbiacées (32 espèces), fabacées (96 espèces), malvacées (35 espèces) et solanacées (33 espèces) (**Vaissaer et al., 1998**).

- *Bemisia tabaci* : l'espèce est extrêmement polyphage, particulièrement le biotype B qui s'est répandu dans une grande partie des régions tropicales. Les cultures les plus attaquées sont la tomate, les cucurbitacées, l'aubergine, parfois les choux et la laitue, mais aussi de nombreuses cultures florales et des mauvaises herbes. Il se développe peu sur haricot, poivron et piment (Ryckewaer, 2011).
- *Trialeurodes vaporariorum* est également très polyphage. Il se développe surtout sur tomate, haricot, cucurbitacées, aubergine, fraisier et sur cultures ornementales et de nombreux adventices (Ryckewaer, 2011).
- *Aleurotrachelus trachoides* est inféodé aux Solanacées (surtout poivron et piment, et dans une moindre mesure sur tomate et aubergine) et aux Convolvulacées (patate douce) (Ryckewaer, 2011).

2.10- Répartition horizontale ou inter-plante des foyers des aleurodes

La répartition des aleurodes dans les serres se fait par foyers. La cause de formation de ces foyers reste inconnue, même si la migration sur de courtes distances semble hautement dépendre de la direction du vent (Blackmer & Byrne, 1993 ; Byrne *et al.*, 1996). Peu de travaux sont menés sur ce type de dispersion, alors que beaucoup portent sur les phénomènes migratoires de cet insecte (Byrne, 1999). Globalement, aucun déplacement vers les zones plus favorables (plus chaudes) pour le développement de cette espèce n'a été observé. Ni la structure de la serre, ni les facteurs qui y règnent, ni la qualité des plantes supports ne semblent influencer cette distribution. Mais les avis divergent. Ainsi, d'après (Maignet, 1995) cette répartition des foyers serait aléatoire, contrairement à ce que les praticiens observent dans les serres où les foyers sembleraient apparaître toujours aux mêmes endroits (Byrne, 1999) Cité par Bonato & Bousquet, 2007.

2.11-Les dégâts

Les aleurodes, qui utilisent des pièces buccales modifiées pour sucer la sève des plantes, endommagent les plantes de quatre manières (deux sont directes et deux sont indirectes), trois des ces dégâts ressemblent à ceux occasionnés par les pucerons.

2.11.1-Dégâts directs

Les dommages directs sont causés par leur alimentation, qui élimine la sève des plantes et ralentit leur croissance, en particulier chez les jeunes plantes. L'alimentation les aleurodes a été associée à plusieurs désordres des plantes, notamment des feuilles d'argent de courge, le blanchiment des tiges et le blanchiment des poinsettias et des légumes crucifères, ainsi qu'une maturation irrégulière des tomates (Carlos, 2006).

Les mouches injectent une salive durant le processus de nutrition. Cette salive contient des enzymes et des toxines qui perturbent les processus physiologiques des plantes. Ces perturbations peuvent être à l'origine d'une maturité précoce et d'une coloration irrégulière des fruits de tomate. Ces mêmes toxines sont aussi à l'origine de l'aspect argenté des feuilles de la courgette. Selon la plante hôte, des symptômes variant d'une simple chlorose jusqu'à la déformation des fruits peuvent être observés (**Anonyme, 2017**).

Ce qui provoque une anomalie du fruit appelée tomate à maturation irrégulière (TIR) (**Perring et al., 2018**) Des niveaux de population importants peuvent causer la mort des plantes (**Anonyme, 2000**).



Figure 04 : Maturation irrégulière de la tomate causée par les composants salivaires des aleurodes du groupe *Bemisia tabaci* MEAM1. Fruit présentant des symptômes externes de coloration rouge et verte (en haut). Fruit présentant une segmentation interne rouge et verte (en bas) (**Perring et al., 2018**).

2.11.2-Dégâts indirects

Les dommages indirects des aleurodes sont causés par les grandes quantités de miellat sécrétées durant la prise alimentaire. Le miellat peut recouvrir les plantes et favoriser le développement de la fumagine, ce qui réduit la capacité des feuilles à utiliser la lumière pour la photosynthèse) (**Carlos, 2006**).

Les aleurodes, qui utilisent des pièces buccales modifiées pour sucer la sève des plantes, endommagent les plantes de quatre manières (deux sont directes et deux. Le miellat rendant la surface collante et noire. Il s'agit notamment de *Penicillium* sp., *Cladosporium herbarum* (Pers.), *Fumago vagans* Pers. (Lloyd, 1922) et *Cladosporium sphaerospermum* Link (**Perring et al., 2018**).

En plus de ça, les aleurodes peuvent être porteurs et transmettre des maladies virales pouvant endommager gravement les plantes sensibles (**Figure 04**) (**Carlos, 2006**).



Figure 05 : Dégâts occasionnés par la transmission de virus via *Bemisia tabaci*. A. Maladie de la mosaïque du Manioc (Cassava Mosaic Disease, *CMD*). B. Maladie des feuilles en cuillère du Gombo (Okra leaf curl disease, *OLCD*). C. Virus des feuilles jaunes en cuillère (Tomato yellow leaf curl virus, *TYLCV*) (Photos Innocent Zinga et Jean Michel Lett, CIRAD) cité par (Thierry, 2011).

2.12-Méthodes de lutte

Afin d'empêcher la prolifération d'aleurodes sur les cultures, mais également dans les environs immédiats des parcelles, la lutte contre ce vecteur peut se faire de différentes façons :

2.12.1-Mesures préventives

- La première chose à faire est de se renseigner sur *Bemisia* et de savoir le reconnaître.
- Être conscient que tout achat de plantes, semis ou boutures de l'extérieur peut potentiellement être dangereux; établir un système de quarantaine en prévention.
- Des pièges jaunes collants doivent être disposés dans les serres et être examinés régulièrement afin de déceler la présence de *Bemisia*.
- Demandez à vos visiteurs qu'ils prennent les précautions d'usage surtout s'ils ont visité d'autres serres avant.
- À la fin des cultures, faire un bon nettoyage et une désinfection des lieux et des équipements.
- Un « vide sanitaire » entre deux cultures est un excellent moyen de prévention. *Bemisia* n'est pas sensée résister à nos hivers et ne tolère pas la température sous zéro degré.
- Les moustiquaires sur les serres pourront empêcher les *Bemisia* qui arriveront de l'extérieur d'entrer dans les serres. Il faudra toutefois choisir une moustiquaire assez fine et compenser pour la perte d'efficacité de ventilation (Bellerive, 2013).

2.12.2-La lutte physique

Consiste à l'utilisation des mulch (paillage plastique), des rayons ultra violets (utilisé les pallis d'aluminium qui éloignent les aleurodes, le plastique absorbant les UV a été utilisé dans les tunnels et dans d'autres formes dans les cultures protégées pour réduire la colonisation des cultures par les aleurodes et d'autres organismes nuisibles) (**Perring et al., 2018**).

Des pépinières, par des filets « insect-proof » permet d'éviter la contamination des jeunes plants. Cependant, l'inconvénient de ces filets est la finesse de leur maillage, entraînant une réduction de la circulation d'air, ce qui engendre une augmentation des températures et de l'humidité relative dans la serre. Cette augmentation favorise les désordres nutritionnels et les maladies fongiques (*Botrytis cinerea* Pers.), imposant une adaptation de la gestion climatique d'autant plus drastique pour les mois de mai, juin, juillet et août, durant lesquels la réduction de l'humidité relative est sensiblement plus forte (-4% contre -3% dans la serre sans filet) (**Fatnassi et al., 2004 cités par Bonato & Bousquet, 2007**).

2.12.3 La lutte chimique

Parmi les familles de produits chimiques utilisés contre les aleurodes il y a les Pyrethroides et les Organophosphates (IRAC MoA 3A and 1B), les régulateurs de croissances, le Cyantraniliprole (IRAC MoA 28), les savons et les huiles, les produits d'origine végétale (**Perring et al., 2018**).

Sur tomate consiste à alterner les Pyridine - azométhrines avec les autres substances actives homologuées de type larvicide (Buprofezine), ainsi que d'autres spécialités contre les adultes. Cependant, la majeure partie des matières actives homologuées contre les aleurodes sur tomate est confrontée à des souches présentant une diminution de sensibilité ou des résistances, qui rendent ce type de lutte d'autant plus difficile (**Bonato & Bousquet, 2007**).

2.12.4 La lutte biologique

La lutte biologique est aussi utilisée avec succès contre les aleurodes en utilisant les de parasitoïdes (*Encarsia sp.*). Des Pathogènes tels que les champignons entomopathogène. Les prédateurs tels que Les coccinellidae, les Heteroptera, les Neuroptera, et les Phytoseiidae, peuvent être utilisé contre les aleurodes (**Perring et al., 2018**).

2.12.5 La lutte intégrée

Les producteurs disposent de plusieurs choix pour lutter contre les aleurodes et les virus véhiculés par ces derniers (**Perring et al., 2018**).

La stratégie de lutte intégrée prônant le contrôle biologique est essentiellement basée sur le lâcher inoculatif de parasitoïdes (*Eretmocerus mundus* et *Encarsia formosa*) et/ou de prédateurs polyphages (*Macrolophus caliginosus* et *Nesidiocoris tenuis*). Cependant, des facteurs limitant l'utilisation de ces méthodes à grande échelle ont été identifiés : le manque d'alternatives biologiques pour lutter contre certains ravageurs, un faible rapport coûts/bénéfices, une méfiance de la part des agriculteurs, des coûts additionnels en termes de conseils techniques et des seuils de tolérance strictement limités (**Anonyme, 2017**).

La biologie des aleurodes et les méthodes de lutte autorisées varient en fonction des pays, en dépit des procédures en cours au niveau européen pour uniformiser les pesticides autorisés dans les différents pays. Afin d'adapter le module de formation à votre région, vous devrez (**Anonyme, 2017**) ;

- Adapter la description biologique des aleurodes et identifier les espèces présentes dans votre région.
- Déterminer leur importance en tant que ravageur.
- Répertorier les outils de surveillance disponibles dans votre pays.
- Répertorier les méthodes de lutte disponibles dans votre pays (**Anonyme, 2017**).

2.13- Les espèces nuisibles des aleurodes

Dans les cultures maraîchères, il existe deux espèces nuisibles d'aleurodes : *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) et *Bemisia tabaci* (Gennadius) (**Gatimel, 2008**).

Plusieurs critères permettent de distinguer ces deux espèces (**Gatimel, 2008**) :

- Les œufs mûrs de *B. tabaci* sont jaunes et ceux de *T. vaporariorum* sont noirs.
- Les pupes de *B. tabaci* sont plus aplaties que celles de *T. vaporariorum* qui ressemblent à des petites boîtes rondes ciliées (franges de poils).
- Les adultes de *B. tabaci* sont plus petits et plus minces (ailes en « toit ») que ceux de *T. vaporariorum* qui ont une forme plus triangulaire (ailes en « delta »).
- Enfin, les adultes de *B. tabaci* peuvent être présents sur la totalité de la plante même si généralement, ils se concentrent sur les trois feuilles supérieures comme cela est le cas pour les adultes de *T. vaporariorum* (**Gatimel, 2008**).



Figure 06 : A. adultes de *T. vaporariorum*, B. adultes de *B. tabaci* (Bourbonnais, 2012).

- L'aleurode floconneux des agrumes, *Aleurothrixus floccosus*

Aleurothrixus floccosus a été identifié à partir d'échantillons prélevés sur agrumes et sur bananier. Leurs œufs sont pondus en cercle (Gourmel, 2014).

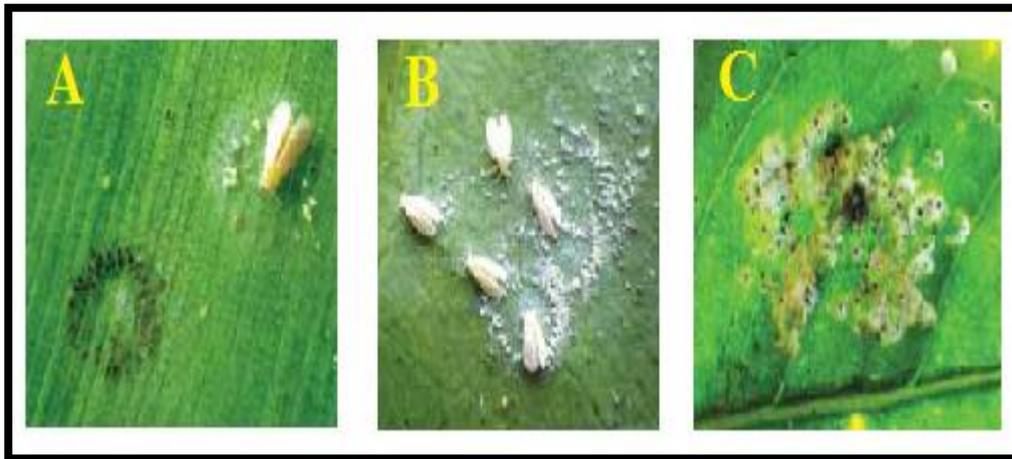


Figure 07 : A et B : *Aleurothrixus floccosus* adultes et leurs pontes en cercle, C : Aspect floconneux d'une colonie d'*Aleurothrixus floccosus* (Gourmel, 2014).

- L'aleurode du piment, *Aleurotrachelus trachoides*

Les formes juvéniles de cet aleurode sont ovales et de couleur noire. Elles sont recouvertes de cires blanches. *Aleurotrachelus trachoides* se développe sur la face inférieure des feuilles de piment et de poivron (Gourmel, 2014).



Figure 08 : Formes juvéniles d'*Aleurotrachelus trachoides* sur piment (Gourmel, 2014).

- **L'aleurode du manioc, *Aleurotrachelus socialis***

Très proche de l'aleurode décrit ci-dessus, *Aleurotrachelus socialis* se développe sur le manioc dont il peut couvrir intégralement la face inférieure des feuilles (Gourmel, 2014).



Figure 09 : *Aleurotrachelus socialis* sur manioc (Gourmel, 2014).

- **Les aleurodes à ponte en spirale, *Aleurodicus* spp.**

Les espèces appartenant au genre *Aleurodicus* sont variées mais possèdent quelques traits communs permettant d'identifier le genre. Les formes juvéniles (ou pupariums) produisent souvent des cires blanches denses à la surface de leur corps et émettent d'autres cires, plus longues et plus fines, (filamenteuses) (Gourmel, 2014).



Figure 10 : Différents pupariums d'*Aleurodicus*, sur avocatier (à gauche) et cupuaçu (à droite) (Gourmel, 2014).

CHAPITRE 3-PRESENTATION DE LA REGION DETUDE

3.1 Situation géographique de la wilaya de Biskra :

La wilaya de Biskra constitue un trait d'union phare entre le nord, le sud, et l'ouest du fait de sa situation de cote sud-est de l'Algérie (Anonyme, 2015).

Biskra ville est située au sud - est de l'Algérie aux portes du Sahara. Avec une altitude de 112 m au niveau de la mer. Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie. Le Chef lieu de la wilaya est située à 400 km au sud-est de la capitale Alger (Anonyme, 2015).

La wilaya s'étend sur une superficie de 21671 km². Elle est limitée ;

- au nord par la wilaya de Batna,
- au nord-est par la wilaya de Khenchela,
- au nord-ouest par la wilaya de M'sila,
- au sud-ouest par la wilaya de Djelfa,
- au sud par El Oued (Anonyme, 2015) (figure 11).

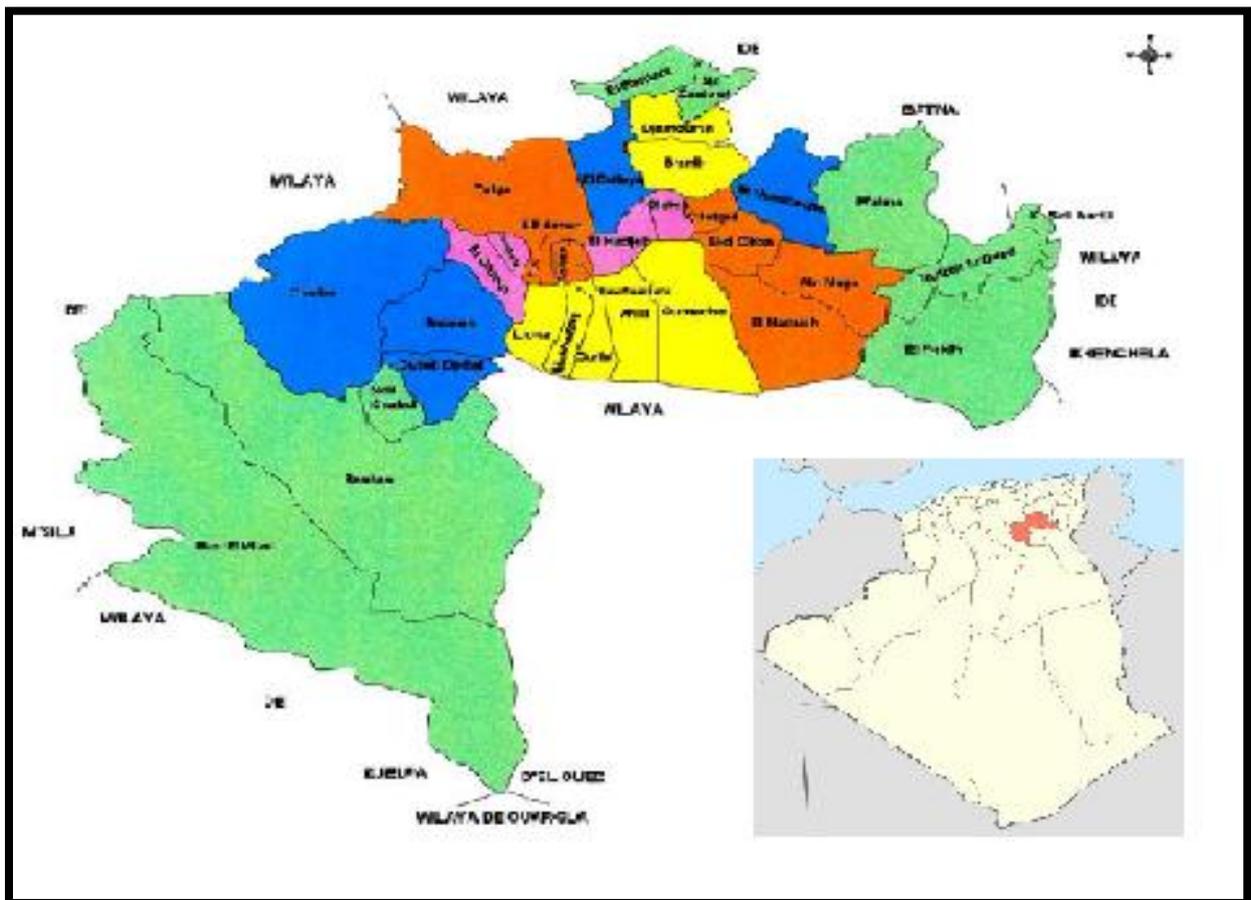


Figure 11: Position géographique de la Wilaya de Biskra (Aniref, 2013).

3.2 Relief

D'après **A.N.A.T (2003)**, la région de Biskra est une zone de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Le nord de cette région est caractérisé par un relief assez élevé et accidenté, alors que, le sud est dominé par des plateaux et des plaines. D'une façon générale, ce relief peut être réparti en quatre grandes zones (**Anonyme, 2012**):

- ✓ Zone Montagneuse: située au nord (El kantara, Djamoura, M'chounche) et dont le point culminant apparaît dans le Djebel Takyiout (1942m).
- ✓ Zone des plateaux: située à l'ouest et s'étend du nord au sud et englobe les daïras de Ouled Djallal, Sidi khaled et une partie de Tolga.
- ✓ Zone des plaines: s'étend sur l'axe Eloutaya- Sidi okba- Zeribet El Oued et Doucen.
- ✓ Zone des dépressions: située dans la partie sud-est de la région de Biskra (Chatt-Melghigh).

3.3 Sol

L'étude morpho-analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sol. Les études de (**Khachai, 2001**) et **A.N.A.T (2003)** ont noté la présence de trois classes pédologiques (**Anonyme, 2012**).

- Les sols calci-magnésiques sont les plus répondus, ils se caractérisent par leur richesse en carbonates de calcium, en magnésium ou en sulfate de calcium et avec une structure bien développée. Ces sols se localisent dans le sud et l'est de la wilaya (**Anonyme, 2015**).
- Les chaînes montagneuses du nord sont dominées par des sols peu évolués et peu fertiles et qui représente la deuxième classe (**Anonyme, 2015**).
- Les sols au niveau des plaines sont argileux- sodiques (plaine d'Eloutaya) ou halomorphes (Ain Naga et M'ziraa) (**Anonyme, 2015**).

3.4 Climat

Il est bien évident que les facteurs climatiques n'agissent jamais de façons isolées. Seule la combinaison de l'ensemble des valeurs climatiques (température, pluviométrie, humidité, vent...) permet de comprendre l'influence du climat sur l'apparition et l'abondance d'une espèce végétale ou animale donnée (**Anonyme, 2015**).

3.5 Températures

D'après (**Charlotte, 2014**) :

, la température est facteur limitant pour les aleurodes. Elle détermine la longévité des adultes, l'oviposition, l'accouplement, la sex-ratio de la progéniture, ainsi que la quiescence et la diapause.

Durant la période 2009-2018 on remarque que la température moyen est atteint le maximal dans le mois de Juillet avec une valeur 35C°, et le minimal 12.7 dans le mois de Janvier (**tabl 07**).

Tableaux 07 : la température moyenne des minima, maxima et moyennes mensuelles dans la région de Biskra pendant La période 2009-2018 à Biskra (**Station météorologique de l'Aéroport de Biskra, 2019**).

Périodes 2009-2018	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillt	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tmax (°C)	18	18.7	23.2	27.7	32.54	37.7	41.6	39.99	35.2	30.0	23.0	18.5
Tmin (°C)	7.25	9.9	11.5	15.3	19.74	24.52	28.37	27.58	23.7	18.3	15.3	9.8
Tmoy (°C)	12,7	13,2	17,4	20,9	26,13	31,1	35,0	33,8	29,1	24,2	17,6	13,1

Tableaux 08 : la température moyenne des minima, maxima et moyennes mensuelles dans la région de Biskra pendant l'année 2018 à Biskra (**Station météorologique de l'Aéroport de Biskra, 2019**).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tmax	19.8	20.9	23.4	29.1	33	38	40.6	39.2	34.7	31.8	22.8	31.8
Tmin	7.2	9.4	11.6	16.4	19.8	24.9	28.1	26.8	23.4	19.9	12.1	10
Tmoy	13.5	15.1	17.5	22.75	26.4	31.45	34.35	33	29	25.85	17.45	20.9

Tm : température minimale, **TM** : température maximale, **Tmoy** : température moyenne.

3.6 Pluviométrie

Les fortes pluies peuvent détacher les aleurodes de leurs plantes hôtes et entraînent ainsi leur submersion par l'eau et leur mort (**Lewis, 1973**) cité par (**Razy, 2017**).

Tableaux 09 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra pendant la période 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Périodes 2009-2018	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillt	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Precipitation P (mm)	10.1	14.1	15.6	19.1	15.3	15.2	0.7	2.5	20.6	27.9	11.1	4.7

Durant la période 2009-2018 la précipitation est très élevée dans le mois de Octobre 27.9mm, par contre le mois de Juillet on la trouvée très faible 0.7mm.

Tableaux 10 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra en 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Précipitation Mm	0	0.51	3.05	53.86	1.52	19.05	0	0.76	31.5	1.77	22.6	6.35

Pour l'année 2018 le mois le plus pluvieux est avril avec 53.86 mm de pluie et les mois les plus secs sont janvier et juillet sans aucune précipitations (**Tableau 5**).

3.7 Le vent

D'après **Vater, 1971; Fink & Volkl, 1995; Weisser et al., 1997**) cités par **Langer (2004)**, les vents forts empêchent l'envol et la dispersion l'insecte, notamment des aleurodes et leurs ennemis. **Vater (1971)** cité par **Langer (2004)**. Le relief peu accidenté d'une part et l'absence d'un couvert végétal naturel abondant (strate arborescente) d'une autre part sont responsables en partie de l'exposition de la région de Biskra surtout à des vents forts.

Les vents chauds, secs et chargés de sables, soufflent surtout durant la période estivale et printanière. En hiver, les vents qui arrivent des hauts plateaux sont plutôt froids et plus ou moins humides.

Dans la région de Biskra, les vents soufflent durant toute l'année le maximum de force des vents et enregistré en fin des hivers et au printemps. Le vent des sables sont fréquents au mars et avril

Tableaux 11 : La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Périodes 2009-2018	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillt	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Vitesse de vent (m/s)	5.2	4.8	4.9	4.5	4.4	6.8	6.6	5.8	3.1	3.2	3.8	2.9

Dans cette période la vitesse de vent est très forte dans le mois de Février 4.8m/s, et très faible dans le mois de Décembre.

Tableaux 12 : La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant l'année 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jui n	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Vitesse de vent m/s	5	4.7	6.2	5.4	4.9	4.6	3.9	3.2	3.1	4.1	4.3	3

Pour l'année 2018, la vitesse moyenne maximale du vent a été enregistrée le mois mars et avec une moyenne de 6.2 m/s, la vitesse moyenne minimale est notée le mois de janvier avec une vitesse mensuelle moyenne de 5 m /s (Tableau 12).

3.3-6-Humidité

D'après Stray (1970), l'humidité relative est extrêmement liée aux températures. Cet auteur ajoute qu'une faible humidité associée à des températures élevées, affectent considérablement

la vie des futures femelles des insectes et leur succès reproductif (Stray, 1970 cité par Anonyme, 2009).

Tableaux 13 : Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2009-2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Périodes 2009-2018	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillt	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Humidité (H %)	57.3	50.1	46.1	42.0	35.8	31.1	27.4	33.5	40.5	46.2	53.5	58.6

Pour la période 2009-2018, l'humidité relative mensuelle moyenne est à son maximum le mois de décembre avec une humidité relative moyenne de 58.6% et elle est à son minimum le mois de juillet avec une humidité relative moyenne de 27.4% (Tableau13).

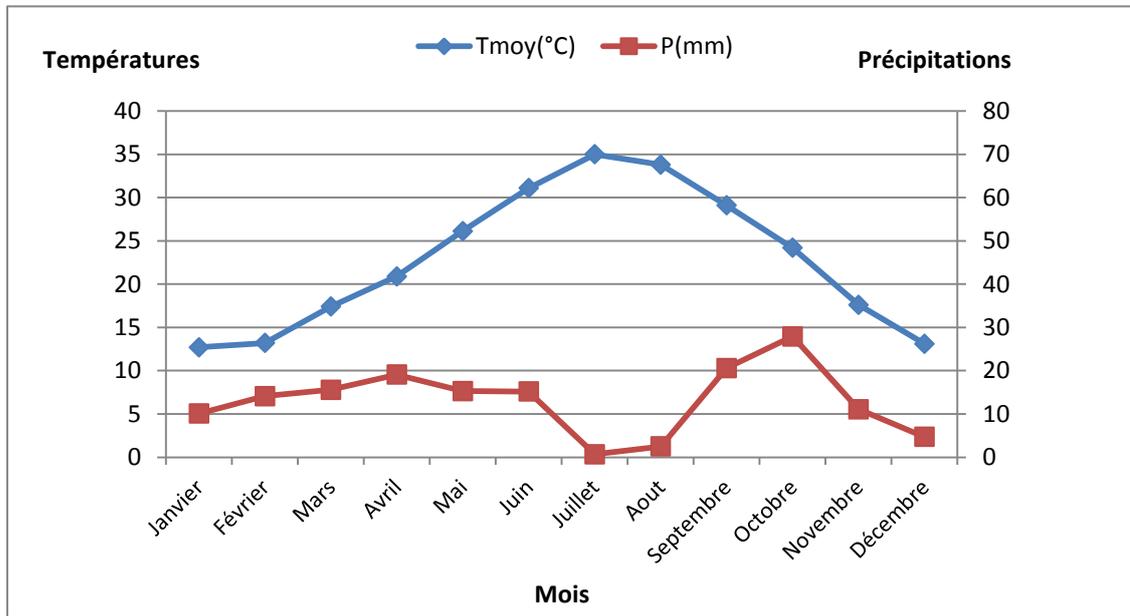
Tableaux 14 : Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

Mois	Janvier	Février	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aou	Septembr	Octobre	Novembr	Décembr
H%	53.8	47.5	37.9	44.3	33.4	33.4	27.9	33.2	44.9	43.3	58.8	65.9

Pour l'année 2018, l'humidité relative mensuelle moyenne est à son maximum le mois de décembre avec une humidité relative moyenne de 65.9% et elle est à son minimum le mois de juillet avec une humidité relative moyenne de 27.9% (Tableau14).

3.8 Synthèse Climatique

3.8.1 Diagramme Ombrothermique



12: Diagramme ombrothermique de la région de Biskra déterminé par les données climatiques de la période (2009 – 2018).

3.8-2-Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet de caractériser les climats et leur classification dans des étages bioclimatiques différents. L'indice d'Emberger ou le coefficient pluviométrique est calculé selon la formule suivante :

$$Q = 3,43 P / TM - Tm$$

- ✓ **Q** : Quotient pluviométrique.
- ✓ **P** : Pluviométrie annuelle (mm).
- ✓ **TM** : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).
- ✓ **Tm** : Température moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

D'après les données climatiques de la région de Biskra pour la période de 2009 à 2018, dont P = 156.9 mm, TM = 41,6 °C, Tm = 7.25 °C. **Q₂ = 15.59**. Cette valeur de Q₂ (15.59), permet de situer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud.

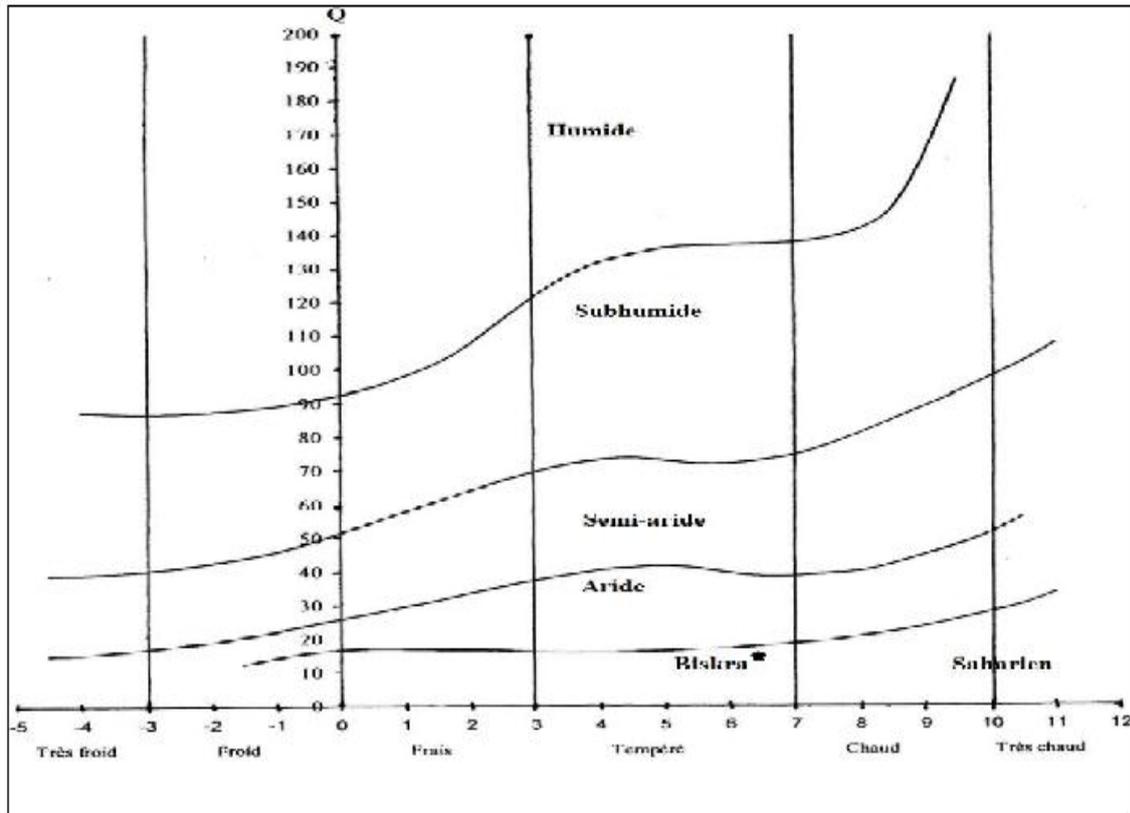


Figure 13 : Situation de la région de Biskra dans le Climagramme d'Emberger selon les données de la période (2009-2018).

3.9 Activité agricole

Avec plus de 42 000 actifs agricoles, l'agriculture fournit presque la moitié des emplois de la région. Ces agriculteurs exploitent 78 000 hectares irrigués (54% des terres irriguées recensées au Sahara) et plus de 600 000 ha de parcours. La superficie des terres irriguées qui ne comptait auparavant que quelques 15 000 ha, a considérablement augmenté depuis le début des années 80. (BRL 2004).

La wilaya est à vocation agricole, dont la principale culture est la phoeniculture (culture du palmier dattier), la variété deglet noir est de renommée mondiale connue à la région de Tolga. Le nombre de palmiers dattiers dans la wilaya est de **4 213 332** dont **2 585 257** de deglet noir. Après le palmier dattier c'est le **maraichage qui occupe une place importante** : la culture des légumes sur une superficie de **15 325 ha** dont **3 100 ha** concerne la plasticulture (culture sous serre) pour les légumes (tomate, piment, poivron, aubergine et courgette). Tandis que **les céréales** occupent: une superficie importante de **26 000 ha** avec une production remarquable (DSA de Biskra, 2018).

CHAPITRE 4 MATERIEL ET METHODES

4.1 Matériel

4.1.1 Matériel végétal

Notre travail est porté sur la culture de sur la tomate variété **SAHRA F1**

Des feuilles de cette culture sont secouées et d'autres sont enlevé et les transférer au laboratoire afin de collecter les aleurodes.



Figure 14 : Fruit de tomate (variété de SAHRA) (Photo personnelle).

4.1.2 Matériel animal

Il s'agit de collecter les aleurodes (adultes et larves) qui s'attaquent à la culture de la tomate dans la région de Biskra.

4.1.3 Matériel de laboratoire

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Loupe binoculaire.
- Pinceau fin.
- Lame et lamelle.
- Tubes en plastique,
- Ethanol à 70%.
- Etiquettes.

4.1.4 Matériel de terrain

- Loupe de poche.
- Piège collant jaune.
- Tubes en plastique.

4.2 Méthodes de travail**4.2.1 Choix des communes et des sites**

Afin de collecter et d'étudier la dynamique des aleurodes dans la culture de tomate de la région de Biskra, deux sites sont choisis, un du Zeb Elchargui et l'autre du Zeb El Gharbi :

A Commune de Mekhadma (Ourlel)

Qui se trouve dans Zab El Gharbi (**Figure 17**) localisé à 72km au sud ouest du chef lieu de la ville de Biskra, d'une surface agricole total de 12701 ha enregistrée durant la campagne agricole 2017-2018, les cultures maraichères occupent une surface de 181 ha avec une production de 150755 qx (**DSA. de Biskra 2018**). La serre choisie se trouve à Ourlel à 17km au sud de Mekhadma (57km de Biskra ville)

A.1 Description de la serre et méthode de culture

La culture de la tomate est menée sous serre de surface de 400m² (50m X 8m), elle est cultivée par la variété de tomate Sahra suivant les pratiques adoptées dans la région de Biskra. En effet, avant l'installation de la culture un labour du sol est réalisé à une profondeur de 50cm durant le mois d'Aout, un fertilisant organique est appliqué par apport de déchets des volailles déjà desséchés puis distribués dans le sol de la serre en même temps que le labour. La fertilisation chimique est réalisée une seule fois durant le mois de janvier par le produit (Microcare). L'irrigation est réalisée par le système goutte à goutte.

La pépinière est installée le 02-08-2018 après deux semaines, les plantules sont repiquées dans la serre sur 8 lignes espacées de 1m. Et un espace entre les plantes d'environ 1m.

Le traitement chimique est apporté par pulvérisation de produit (Vertimic) durant les mois de Décembre et Mars.



Figure 15 : La serre du Mekhadma (18-10-2018) (**Photo personnelle**).

B Commune de Chetma (Drauh)

Chetma se trouve dans le côté Zab El Gharbi 18 km est du chef lieu de la ville de Biskra (**Figure 17**). Durant la campagne agricole 2017-2018, la superficie agricole totale estimée de 10345 ha, la superficie de cultures protégées est de 1425 ha avec une production 16440 qx (**DSA de Biskra 2018**). L'étude est réalisée dans une serre que se trouve dans la localité dite Drouh, se trouvant à 900 m au sud de la commune de Chetma

B.1 Description de la serre et technique culturale

Il s'agit d'une serre de 400m² de surface (8m X 5m), elle est cultivée par la variété de tomate SAHRA. Après préparation du sol par un labour, la fertilisation organique est assurée par les déchets des chèvres desséchés, et la fertilisation chimique est réalisée par apport du fertilisant NPK (12-12-36).

La pépinière est installée le 29-08-2018, et après deux semaines les plantules sont repiquées dans la serre sur 8 lignes avec un espacement de 1m, la distance entre les plantes est de 1m. Le traitement chimique est fait plusieurs fois (environ un traitement par deux semaines) par la pulvérisation du produit.



Figure 16 : La serre de site Drauh 15-01-2019 (stade de floraison) (**Photo personnelle**).



Figure 18: Face inférieure d'une feuille de tomate portant des aleurodes (**Photo personnelle**).

4.2.2.2 Suivi de la dynamique des populations d'aleurode

Nous avons suivi l'évolution des aleurodes adultes en fonction du temps au niveau des serres de tomate. En effet, trois pièges collants sont installés dans chaque serre à distance égales (un piège par 150 m²). Les pièges sont accrochés à 25 cm au dessous des plantes, ils sont remplacés chaque semaine à jour fixe et sont ramené au laboratoire.



Figure 19 : Plaques jaunes installés dans la serre (**Photo personnelle**).

4.2.3- Méthodes appliquées au laboratoire

4.2.3.1 Détermination des espèces d'aleurodes

a. Triage

Après le transfert des tubes au laboratoire, les aleurodes sont triés et conservés dans des tubes étiquetés contenant toujours de l'éthanol à 70%.

b. Montage

Les aleurodes adultes et les nymphes du quatrième stade larvaires sont montés sous loupe binoculaire sur lame et lamelle en utilisant les medium Hoyer, et séché dans l'étuve à 40°C pendant deux jours.

c. Identification

les espèces des aleurodes sont déterminées par le stade larvaire 4 (la nymphe) suivant les clés des auteurs (ajoutez une liste d'auteurs).

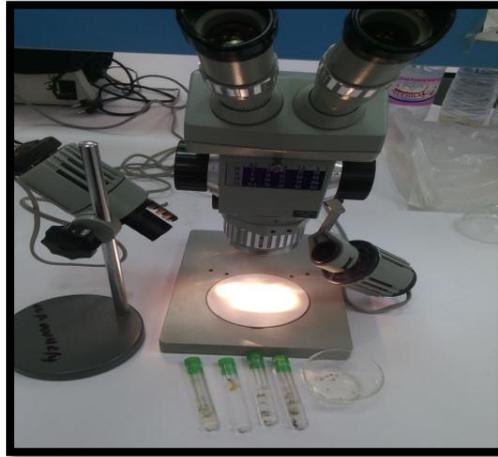


Figure 20 : Observation des échantillons par la loupe (**Photo personnelle**).

4.2.3.2 Suivi la dynamique

Les plaques jaunes sont transférées au laboratoire, et à l'aide d'une loupe binoculaire les adultes des aleurodes sont dénombrés afin de voir leur évolution en fonction du temps.

Les feuilles aussi sont examinées sous la loupe binoculaire à la recherche des larves qui sont dénombrés.

Aussi, les aleurodes collectés par secouage sont dénombrés sous la loupe binoculaire toujours.

CHAPITRE 5 - RESULTATS ET DUSCUSSION

5.1- Biodiversité des aleurodes

Après montage sur lame et lamelle des adultes d'aleurodes et des nymphes collectés, et observation sous microscope photonique, les espèces sont déterminées suivant les caractères morphologiques et les clés des auteurs, dont celles de **Carmen (2010) et Noémie (2011)**. Une seule espèce d'aleurode est trouvée dans les deux sites (Mekhadma et Drauh), il s'agit de l'espèce *Bemisia tabaci* dite mouche blanche (**Figure 22**). Cette espèce est caractérisée par des ailles repliées en toit (**Noémie, 2011**). Les œufs de cette espèce sont de couleur jaune clair (**Figure 23**) La puparium (**figure 24**) à une forme aplatie et sans tranche marquée, elle variée selon son hôte, sil s'agit dune plantes à feuilles lisses, alors la pupe ne possède pas de poils, tandis que pour les plantes à feuilles poils, la pupe va alors posséder 7 pair de poils au maximum, généralement à la couleur jaune ou vert clair.

La mouche blanche est classée comme suite ;

- Règne : Animalia
- Phylum : Arthropoda
- Embranchement : Artropoda
- Sous - embranchement : Hexopoda
- Classe : Insecta
- Sous - classe : Pterygota
- Infra - classe : Neoptera
- Super - ordre : Hemipteroidea
- Ordre : Hemiptera
- Sous - ordre : Sternorhyncha
- Famille : Aleyrodidées
- Espèce : *Bemisia tabaci* ; Synonyme *B. gossypiperda* (**Asanzi & Ndju, 2015**)



Figure 21 : l'adulte de *Bemisia tabaci* sur piège (Photo personnelle).



Figure 22 : Adulte de *Bemisia tabaci* sous la loupe (X 40) (Photo personnelle).



Figure 23 : Œufs de *Bemisia tabaci* (Photo personnelle).

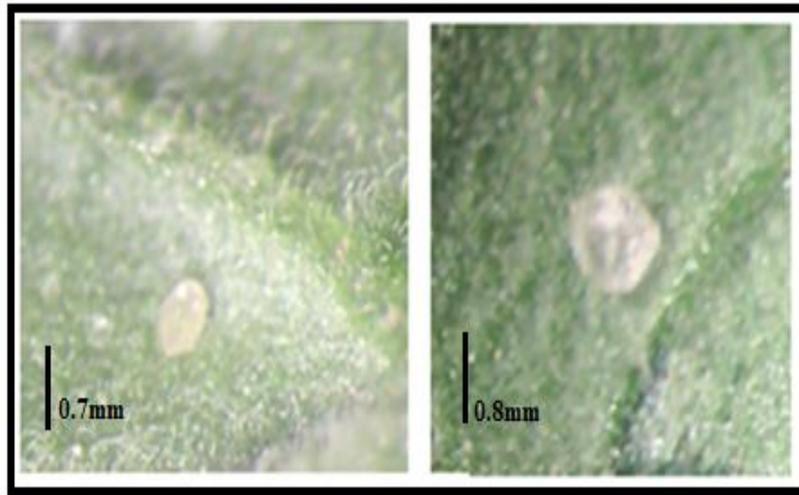


Figure 24 : Nympe de *Bemisia tabaci* (Photo personnelle).

L'espèce *Bemisia tabaci* est très dangereuse, elle est extrêmement polyphage. Les cultures les plus menacées sont la tomate, les cucurbitacées, l'aubergine, parfois les choux et la laitue, mais aussi de nombreuses cultures florales et des mauvaises herbes peuvent être attaquées par cette insecte, alors qu'il se développe peu sur haricot, poivron et piment (Carmen, 2010).

Nous avons constaté durant les sorties réalisées dans les deux serres de tomate de deux sites que ce ravageur s'attaquait surtout aux jeunes plantes, aussi il était localisé dans la partie inférieure des jeunes feuilles (Figure 25-A), ce qui provoque le jaunissement de ses feuilles (Figure 25-B), et leur dessèchement (Figure 25-C), ce qui est dû aux piqûres d'alimentation de *Bemisia tabaci*, qui pour sucer la sève des jeunes organes de la plante (dégâts directs) (Carlos, 2006).

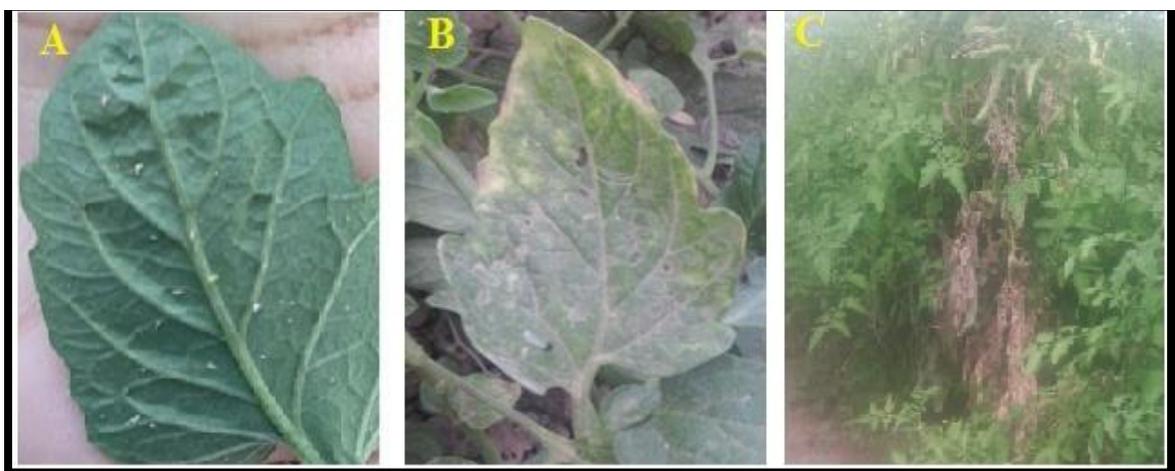


Figure 25: Les dégâts de *Bemisia tabaci* sur feuilles (photo personnel).

Il y a aussi la sécrétion par cet insecte d'un produit collant appelé *miellat* qui cause un déséquilibre dans la photosynthèse et ce pour deux raisons :

- Elle ferme les ouvertures (stomates) responsables à l'inspiration.
- Elle favorise la formation de fumagine noire sur la surface de la plante, ce qui nuit à la photosynthèse (**Figure 26**) (**Carlos, 2006**).



Figure 26 : Formation de la fumagine noire sur feuilles de tomate (**Photo personnelle**).

Cependant, la présence de *Bemisia tabaci* est importante dans la wilaya de Biskra surtout sur la culture de piment, ce qui est confirmé par l'étude de **Belkahla & Chaabane (2008)** durant l'année 2008-2009 dans la région de MChounéche et celui de **Soualah & Osmane (2008)** dans la région de Doucen durant l'année 2008-2009. Et la culture de tomate comme est montré par cette présente étude et dans l'étude de **Bounoua & Brahimi (2011)** aux niveaux d'Ain Naga durant l'année 2011-2012.

La présence de ce ravageur peut être dû aux conditions climatiques de la wilaya de Biskra qui sont favorable à son développement.

La durée de son cycle dépend de la température, de l'humidité relative, de la photopériode et de la plante hôte (Gerling et Howoritz, 1986 ; Maignet, 1995). Les données concernant cette durée de cycle de développement sur tomate sont très hétérogènes. Ainsi Lopez-Avila (1986) trouve à 26,7°C une durée de 27 jours, alors que Tsai et Wang (1996) trouvent à 25°C une durée totale de 18 jours. Dernièrement, les résultats obtenus au CBGP en 2004 montrent une durée vie de 22 jours pour 25°C. Toujours dans le cadre de cette étude, et pour la souche utilisée au CBGP (Lurette, 2004 – données non publiées), la forte fécondité et

la longévité décroissent linéairement avec la température, alors que le taux de survie augmente jusqu'à 21-30°C. Ce taux reste stable à hauteur de 85 %, pour chuter d'environ 20 % à 35°C. L'optimum de développement se situe entre 30 et 35°C pour la souche CBGP. Toutes ces composantes biologiques font de *B. tabaci* un ravageur au potentiel biotique très important.

5.2- Dynamique de l'espèce identifiée dans les deux sites

L'évolution de la population des aleurodes en fonction du temps dans les deux sites d'étude est déterminée par le dénombrement hebdomadaire des adultes (capturés par les pièges collants et collectés des feuilles, et des nymphes (collectées des feuilles) depuis le mois d'octobre jusqu'à la fin de la culture.

Nous avons tracé la courbe d'évolution des nombres d'adultes et des nymphes dans les deux serres de tomate des deux sites, d'après les graphes tracés, on peut observer que l'évolution de la population est très variable dans le temps.

a. Dynamique des adultes de *Bemisia tabaci* dans la région de Mekhadma

✓ Sur pièges

L'échantillonnage hebdomadaire était initié depuis le 18-10-2018 jusqu'à la fin de la culture. La courbe du vol des adultes de *B. tabaci* est très variable dans les temps. Les premiers adultes de *B. tabaci* sont apparus le 20-12-2019 avec une moyenne de 5,5 d'individus par piège et 4 individus collectés par secouage.

Ce nombre a diminuée après pour s'anéantir le 20-01-2019, ensuite commence et continue d'augmenter en fonction du temps pour atteindre la moyenne de 7 individus le 20-03-2019, ce ci est dû peut être à l'augmentation des températures, après on note une diminution des nombre d'alutes capturées due probablement à l'entrer de la plante en phase de sénescence (**Figure 27**).

✓ Sur feuilles

Un nombre moyen de 4 adultes sont collectés le 20-12-2018, ce nombre diminue en fonction du temps jusqu'à ne collecté aucun individu le 24 et 31-01-2019, puis augmente pour atteindre le nombre moyen de 4 individus le 07-03-2019, et diminue encore pour collecter un nombre moyen de 1 individu le 04-04-2019, il augmente encore et atteint le nombre moyen de 4indiidus le 18 avril, ensuite il augmente encore à la fin de la culture, durant ce temps les températures commencent à augmenter et les aleurodes sont à la recherche d'une autre plante hôte, peut être une mauvaise herbe ou une autre culture adjacente..

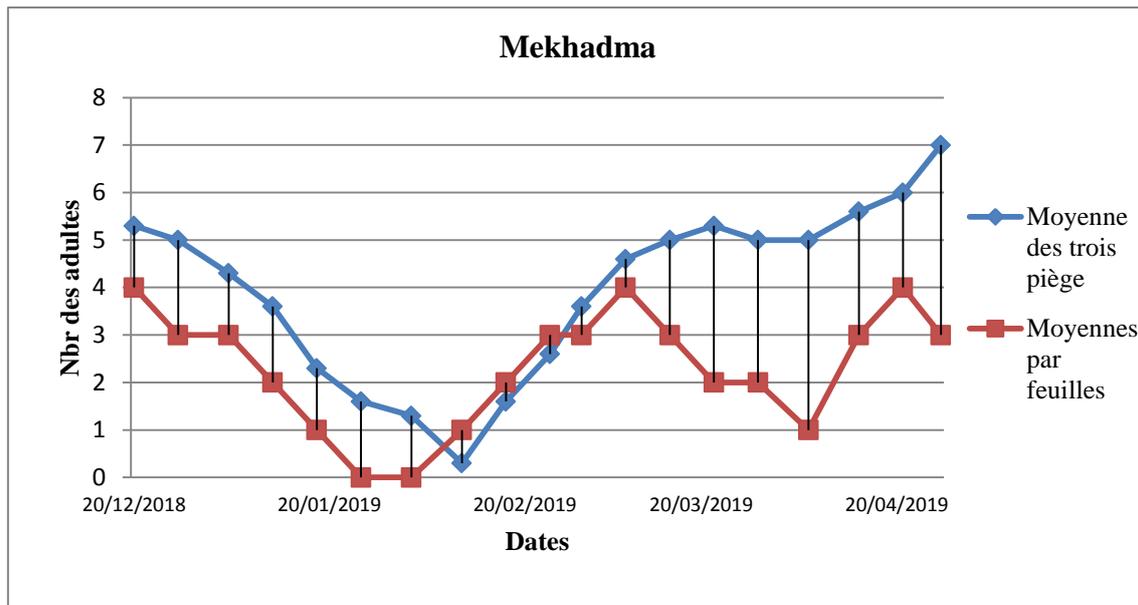


Figure 27 : Evolution de la population des adultes de *B. tabaci* en fonction du temps sur la tomate dans la région de Mekhadma (Photo personnelle).

b. Dynamique des nymphes de *Bemisia tabaci* dans la région de Mekhadma

L'échantillonnage dans cette région est commencée le 18-10-2018, la courbe montre que les premiers nymphes sont trouvés le 12-12-2018 avec une moyenne de 3.5, ce nombre diminue pour ne rien capturer le 16 et 21 janvier, ensuite augmente pour atteindre 3.5 nymphes par feuille le 12-01-2019 et de cette date elle augmente jusqu'à la date 12-02-2019 puis elle diminue une autre fois le 30-01-2019, diminue le 13 et 20 mars, il augmente et atteint un maximum le 10-04-2019, puis diminue encore (Figure 28), probablement les adultes ont pondus leurs œufs sur une autre plante hôte comme la tomate est en fin de son cycle de développement.

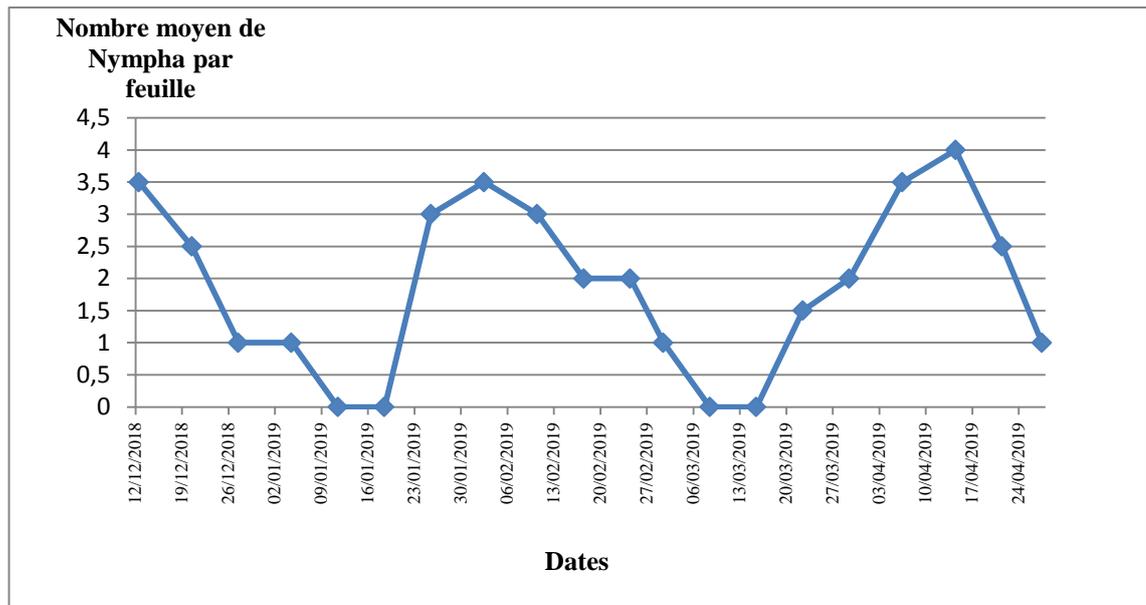


Figure 28 : Evolution des nymphes de *Bemisia tabaci* sur feuilles de tomate dans la région de Mekhadma.

a. Dynamique des adultes de *Bemisia tabaci* dans la région de Chetma (site Drauh)

✓ **Sur piège**

Les échantillonnages ont commencé dans le site de Chetma région le **15-11-2018**, l'évolution de la population est aussi très variables pendant la période d'échantillonnage.

Pour les pièges collants les premiers individus sont capturés le 07-01-2019 avec un nombre moyen de 4 adultes et diminue jusqu'au s'anéantir le 15-02-2019, et augmente jusqu'au 15-04-2019 avec une moyenne de 6.5 adultes, ce nombre diminue jusqu'au 23-05-2019 avec une moyenne de 2.6 individus capturés et augmente légèrement après pour atteindre une moyenne de 6 individus par piège le 08-06-2017(**Figure 29**).

✓ **Sur feuilles**

Un nombre moyen de 2 individus est collecté le 07-01-2019, ce nombre diminue jusqu'au 22-02-2019 et 23-05-2019, puis il évolue presque d'une manière continue dans le temps, avec de légères augmentations et diminution qui varie entre 1 et 3 nymphes collectées.

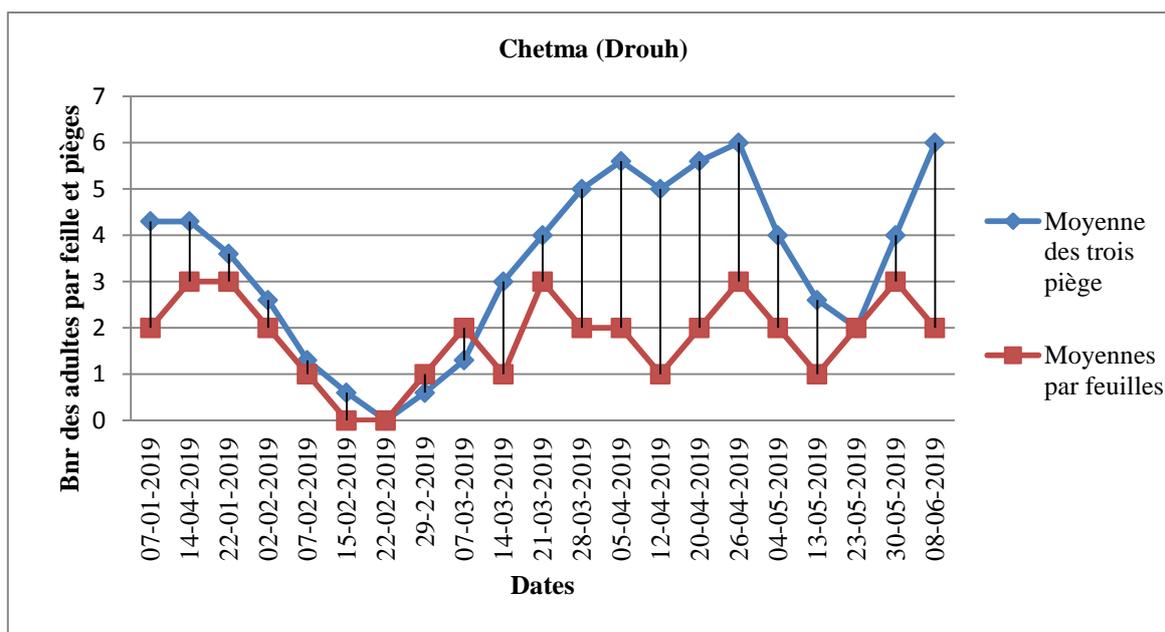


Figure 29 : Evolution des adultes de *Bemisia tabaci* sur la culture de tomate la région de Drauh.

Dynamique des Nymphes de *Bemisia tabaci* dans la région de Drauh

L'évolution du nombre de nymphes de *B. tabaci* dans cette région est presque similaire à celle de la région précédente, qui fait sortir trois générations (**figure : 30**)

La première commence le 29-12-2018 (1 nymphe) atteint son maximum le 07-01-2019 (avec une moyenne de 3.5 nymphes) et se termine le 07-02-2019 (avec une moyenne de 0 nymphes), à partir de cette date commence la deuxième génération qui atteint son maximum le 29-02-2019 (avec une moyenne de 3,5 nymphes), et se termine le 24-03-2019 (avec une moyenne de 0 nymphes, la troisième génération apparait alors et atteint son maximum le 26-04-2019 (avec une moyenne de 4 nymphes)., et se termine le 30-06-2019 avec la fin de la culture.

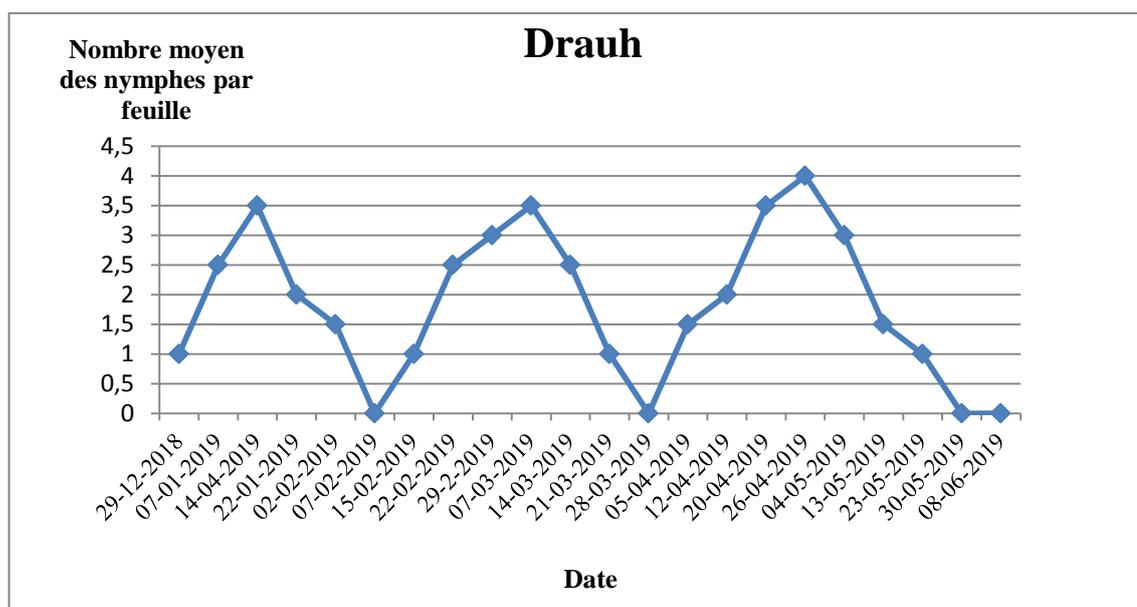


Figure 30 : évolution des nymphes de *Bemisia tabaci* en fonction du temps sur la tomate dans la région de Chetma.

Bounoua & Brahim (2011) dans la région d'Ain Naga durant l'année 2011 sur la tomate (variété de Tofan) comme plante hôte, ils ont enregistré trois générations mais à des différentes dates (La première commencée de 15-09-2011 à 15-10-2011 et de cette date la deuxième génération est commencée jusqu'à 15-02-2012, finalement la dernière génération est commencé de 15-02-2012 à 15-03-2012), ce ci est dû peut être aux conditions climatiques, la date de semis de la tomate. En effet, Nous avons constaté que les adultes de *B. tabaci* apparaissent dans la région d'Ain Naga avant la région de Mekhadma, donc on peut dire que la date de plantation est le responsable de ce différent. (La date de plantation de la région d'Ain Naga est avant la date de plantation de la région de Mekhadma.

D'après les résultats de la dynamique de l'espèce *B. tabaci*, nous avons constaté que des adultes ailées sont apparus du 30-12-2018 à 25-04-2019, avec un nombre moyen maximal moyen de 7 par pièges, et un nombre moyen 77.7, ce résultat est presque similaire à celui trouvé par **Bounoua & Brahim (2011)** dans la région d'Ain Naga, durant la période 2011-2012, qui ont enregistré environs 74 comme un nombre moyen total en fonction de variété de tomate Tofan.

Le nombre moyen total des adultes capturés par les pièges collants dans la région de Chetma est aussi presque analogue, il est de 77.4, cette valeur est presque égal à la valeur qui l'on enregistré dans la région de Mekhadma 77.7. Cette égalité est peut lier par l'utilisation de la même variété Sahra dans les deux régions (la plante des les deux régions a la même pouvoir de résistance contre les ravageurs), cependant *B. tabaci* a une relation avec la croissance de leur hôte, aussi on peut dire que les même pratiques culturales jouent un rôle.

Dans notre étude on remarque que les courbes des adultes sur feuilles sont situé sous les courbes des adultes sur pièges dans les deux régions, on peut expliquer cela par la présence de la substance collantes dans les pièges donc tous insectes qui touche le piège est capturé fixées comme cette espèce est attirée par la couleur jaune **Gatimel (2008)**

De nos résultats nous pouvons constaté que la durée du cycle vie de *B. tabaci* change d'une génération à une autre. La durée de son cycle dépend de la température, de l'humidité relative, de la photopériode et de la plante hôte (**Gerling et Howoritz, 1986 ; Maignet, 1995**). aussi **Muller et al., (2018)** ont mentionné que le cycle biologique moyen de *Bemisia tabaci* est de 35 jours à 18 C°, de 21 jours à 25 C°, et de 18 jours 30 C°. D'un autre coté (**Gatimel, 2008**) a indiqué que sous un climat subtropical la durée de développement larvaire (œuf à adulte) oscille autour d'une vingtaine de jours et la longévité des adultes varie entre 10 à 15 jours.

La population des nymphes de *B. tabaci* sur tomate dans la région de Mekhadma diminue parfois, cela peut être dû à la diminution des nombre d'adultes suite à l'emploi d'insecticides.

Dans la courbe de présence des adultes sur les feuilles de la tomate de la région de Chetma, une très grande variabilité existe, ce qui peut être expliquée aussi par la pratique de la lutte chimique traitements répétée et irrégulière. **Delvalp (2010)** a mentionné qu'il ya des cas de résistance aux insecticides ont été confirmés pour presque tous les produits utilisés ce qui obliger à l'agronome de pratiquer la lutte chimique plusieurs fois

CONCLUSION GENERAL

L'étude de la biodiversité des aleurodes de la tomate dans la région de Biskra et précisément dans les deux sites d'étude Mekhadma et Drauh durant la campagne agricole 2018 à 2019 a montré ;

- La présence d'une seule espèce d'aleurode qui est *Bemisia tabaci*.
- L'échantillonnage des aleurodes par piégeage et par secouage en vue de la détermination de la dynamique des aleurodes identifiés dans la culture de la tomate dans les deux sites d'étude a montré l'évolution continue dans le temps de *Bemisia tabaci* depuis que les conditions climatiques sont devenues favorables à son apparition, jusqu'à la fin de la culture.
- L'évolution de la population de *Bemisia tabaci* à une relation étroite avec les facteurs climatiques surtout la température et humidité.

Il devient très important de continuer cette étude et prospecter d'autres les sites dans la région de Biskra, déterminer le seuil de nuisibilité pour cette région et choisir la meilleur date et la meilleur méthode de traitement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abdellatif, E.F., Noureddine, C. 2010 .Etude de base sur la culture de la tomate au maroc. 70 (5) 1-120.
2. André, C. 2013. Attention à l'aleurode du tabac dans les légumes de serre (10) 1- 8.
3. Angélique, D. 2014. Etude de l'évolution de l'isolement reproducteur au sein d'un complexe d'espèces *Bemisia tabaci* . Mémoire de Master état, Biodiversité et Ecosystèmes Tropicaux université de la réunion, 60 p.
4. Anire,f. 2012. Rubrique Monographie Wilaya,1-6.
5. Anonyme. 2015. Wilaya de biskra. 1-20.
6. Anonyme. 2019. Agriculture: les réalisations de l'Algérie présentées à Washington (APS)1 (2) : 1-22.
7. Anonyme.2017. Identification morphologique des pupariums de *Bemisia tabaci*, aleurode d'intérêt agronomique 1 (2) : 1-27.
8. Anse, S. 2017. Identification morphologique des pupariums de *Bemisia tabaci*, aleurode d'intérêt agronomique 2 (7) 1-27.
9. Anses, F. 2017. Méthode d'analyse en santé des végétaux 2 : 1-25.
10. Asanzi, M. 2015. Cours de principes d'expérimentations agricole, 3ème Graduat, Faculté des Sciences Agronomiques, UPN/Kinshasa, inédit.
11. Belkahla, A., Chamaa, A.2009. Etude d'une population d'aleurode en phase de cycle de reproduction sur tomate et piment sous abris serre dans la région M'chounéche. Thèse de doctorat d'état, université Biskra, 57p.
12. Bemisia, N. 2018. Managing Silverleaf Whitefly in Australian cotton1(2) : 1-15.
13. Bonato ,O., Bousquet F. 2007. Modélisation de la dynamique des foyers de *Bemisia tabaci* sous serre de tomate grâce au logiciel Cormas. Mémoire de Master état d'Agronomie Approfondie, P.46.
14. Carlos, E.B., Kevin M H. 2006. White flies.43 (23) :1-9.
15. Charlotte, G.2014. Catalogue illustré des principaux Insectes ravageurs et auxiliaires des cultures De guyane, p. 1-78.
16. Clanahan R. J., 1974. Integrated control of the greenhouse whitefly. Agronomie 6(74) 28.
17. Djamel B. 2016. Algérie : la culture de la tomate. Edition 2016, Algérie, p 21.
18. Farhi,Y. Belhamra, M. 2012. Typology and structure of the ziban's avifauna (biskra, algeria),13.127-136.

Références bibliographiques

19. Gatimel, B.2008. *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) du Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)3 :1-2.
20. Gerling, D., Howoritz, A.R.1986 Autoecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 17:5-19.
21. Germano,L., Marcelo,P ., Gulab, N., Márcio, D.2006. Whitefly, aphids and thrips attack on cabbage 41(10) 1146-1475.
22. Gregory, S.H ., Gregory, A. E . 2005. An Identification Guide To The Whiteflies (*Hemiptera: Aleyrodidae*) Of The Southeastern United States. *Entomologist* 88(4) 518-534.
23. Jean, D. 2015. *De nouveaux aleurodes trouvés au Québec apprécient notre flore conséquences phytosanitaires*. 34 (08) 1-67.
24. Jean, L.2011.Risque de dissémination d'aleurodes adultes issus de fin de culture de poinsettias vers des nouvelles séries de végétaux sensibles, 1 : 1-2.
25. Kreiter, S. 2007. Modélisation de la dynamique des foyers de *Bemisia tabaci* sous serre de tomate grâce au logiciel Cormas. Mémoire de Master état, Protection des Plantes et l'Environnement, 1- 42 p.
26. Lopez ,A, A. 1986. Natural enemies. In : *Bemisia tabaci* a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. Cock M.J.W., C.A.B. International Institute of Biological Control ,121.
27. Louis, A B. 2015. La filière tomate, Une filière engagée Dans une dynamique De progrès 110 (23) :1-3.
28. Louis,A. 2015. La filière tomate, Une filière engagée Dans une dynamique De progrès:1 éditions, paris, p.31.
29. Madref, D.2000. La mouche blanche et le virus des feuilles en cuillère de la tomate (73) 1-4.
30. Madrpm, D.1999. Transfert de technologie En agriculture 57 : 1-4.
31. Magali, T.2011. Invasion biologique et isolement reproducteur au sein du complexe *Bemisia tabaci* sur l'île de La Réunion. Thèse de doctorat d'état, université de La Réunion ,249 p.
32. Maignet , P.1995. Modalités de contrôle biologique de *Bemisia tabaci* (Genniadus, 1889) (Homoptera : Aleyrodidae) à l'aide de parasitoïdes (Hymenoptera : Aphelinidae). Thèse, Université de Paris-Sud, U.F.R Scientifique d'Orsay, France.
33. Nunes, C.2006. *Lutte contre la mouche blanche (Bemisia tabaci) en milieu tropical*. ProQuest, 7, 9 - 23.

Références bibliographiques

34. Olha ,S., Charles, D.S., Rob,M .W., Lisa, M.F., David,W ., Katie,J., Jim, D., Frank,J .
2008. Economic Evaluation of Methyl Bromide Alternatives for the Production of Tomatoes in North Carolina 18(4) :705-713.
35. Oukala, N.2014. Ettatt Saniittaire Des Cullttures De Ttomatte Sous Serre Ett Ététude De Ll''iimpactt Des Prattiiques Culltturalles Sur Lle Développementt De Lla Patthhollogie Domiinante. Bejaia, 144.pages.
36. Philippe, C. N. 2008. Protection intégrée des cultures maraîchères sous serre : expérience et atouts pour un contexte en évolution 10 (17) :45-49.
37. Raveesh, K .G., Charu, G. 2018. Lifecycle, Distribution, Nature of Damage and Economic Importance of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Agriculture* (2) 1-4.
38. Razi, S. 2017. Etude éco-biologique des thrips de la région de Biskra. Thèse de doctorat d'état, université Biskra, 145p.
39. Rekibi, F. 2015. Analyse compétitive de la filière tomate sous serre. Cas de la Wilaya de Biskra. Thèse de Magistère, biologie Université Biskra, 189. Pages.
40. Serge, S., Janice M. 2009. Guide de la tomate hors sol à La Réunion. 1 Edition, France, p.1-188.
41. Shankara, N., Joep van L., Marja G., Martin H., Barbara van D. 2005. La culture de la tomate: 5 éditions, paris , p.105.
42. Soualah, S., Osmane Y. 2009. Contribution à l'étude de la dynamique de population de l'Aleuride des serres *Bemisia tabaci* Gen. (Homoptéra, aleyrodidae) sur la culture de piment, dans eégion de doucen (Biskra).Thèse de magistère, 70 pages.
43. Tarik , H., Mohamed N,. Marcel K. 2014. L'entrée des jeunes dans l'agriculture : cas du maraîchage sous serre dans les Ziban (Algérie). 45 (3) : 1-10.
44. Tikarrouchine, R. 2009. Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate « *Lycopersicum esculentum* Mill.» obtenus par croisement. Thèse de magister Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger, 26 P.
45. Tong-Xian, L., Philip A. 2000. Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards and tomato. *Society of Chemical Industry* (56) 861-866.
46. Toussaint, A., baudoin. 2010. Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de la collection «Luc Fichot ». projet interdisciplinaire. 1-105p.
47. Tsai J.H. Wang, K. 1996. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera : Aleyrodidae) on five host plants. *Environmental Entomology* 25(4):810-816.

Références bibliographiques

48. Vaissayre, M., Menozzi p., Nibouche s ., Deguine j.1998. Les aleurodes : un danger pour la culture cotonnière d'Afrique de l'Ouest. 20 :1-10.