

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

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Projet de fin d'Etudes en vue d'obtention du diplôme de master II en Science de la nature et de la vie

Spécialité : Phytopharmacie appliquée

Etude de l'évolution temporelle des aphides et de leurs auxiliaires dans deux vergers de clémentinier en Mitidja centrale.

Présenté par : **HAMADACHE Elmahdi Zakaria**

Devant le jury composé de:

Mr. DJAZOULI Z.E	M.C.A	U.S.D.B.	Président du jury
Mme ALLAL L.	Professeur	U.S.D.B.	Promotrice
Mme MOSTEFAOUI H.	M.A.B	U. Guelma	Co- Promotrice
Mme BENRIMA A.	Professeur	U.S.D.B.	Examinatrice
Mme DJENNAS K.	M.A.B	U.S.D.B.	Examinatrice

Année universitaire : 2011 /2012

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- ♥ Aux êtres les plus chères dans ma vie, mes parents, en témoignage de l'amour, du respect et de mes profondes et éternelles gratitude et reconnaissance ;

- ♥ A mes très chers frères et sœurs ; Amira, Amine et Soumia ;

- ♥ A mon beau frère Brahim et ma belle sœur Naima ;

- ♥ Au deux adorables Lyna et Mohamed Adnane ;

- ♥ A mes chers amis : Nouredine, Raouf, Amine, Hamza, Hamid, Billel et Youcef ;

- ♥ A toute ma promotion de Phytopharmacie Appliquée surtout Hichem et Soumia, mes anciens amis et tout ceux que je connais et je respecte énormément.

Fakaria...

REMERCIEMENTS

Je commence par remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné le courage, la santé et la volonté de mener à bien et à bon terme ce travail.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à M^{me} le Professeur ALLAL-BENFEKIH L. et M^{me} MOSTEFAOUI H. pour m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail, leurs aides précieuses, leurs encouragements, leur patience, leurs nombreux conseils et leurs soutiens constants tout au long de la réalisation de mon mémoire.

J'exprime ma gratitude à M^r DJAZOULI Z. E., qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury, et d'apporter son jugement et ses remarques pertinentes sur ce travail, aussi je la remercie pour tout son soutien et son aide.

Je voudrais remercier Mme BENRIMA A. , pour tout ce qu'il nous a apporté comme connaissances, pour son aide et ces conseils et surtout son soutien ainsi que pour avoir accepté de faire partie du jury, pour ses apports tant enrichissants.

Je voudrais ensuite remercier M^{me} DJENNAS K., qui m'a fait le plaisir et l'honneur d'assister à ma soutenance et d'avoir accepté d'évaluer ce travail, je vous remercie avec reconnaissance.

J'exprime ma gratitude à tous mes enseignants de spécialité PHYTOPHARMACIE APPLIQUEE pour leurs qualités humaines et scientifiques, leurs soutiens et encouragements.

Mes remerciements vont aussi à M^{lle} DJEMAI Y, technicienne du laboratoire de zoologie pour son aide et son soutien.

Je remercie infiniment Mr SAHRAOUI pour son aide précieuse concernant l'identification des espèces qui a été faite au niveau du laboratoire de zoologie à l'INA EL-HARRACH.

Ma reconnaissance va droit au directeur de l'SRPV M^r DJEBAILI F. qui a bien voulu accepter que je fasse mon expérimentation au sein de la station me procurant ainsi toutes les conditions favorables pour mener à bien mon travail.

Je tien à remercier M^r MOSTEFAOUI N. pour son soutien son encouragement au niveau de la FSPP.

Je ne pouvais jamais remercier assez mon cher ami RAOUF pour m'avoir accompagné tout au long de mon travail.

Je remercie le Dr DIK et tout le personnel de la clinique HEBA pour leurs appuis et encouragements.

A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma totale reconnaissance.

LISTE DES FIGURES

Figure 01: Les stades Phénologiques des agrumes (AGUSTI et al., 1995, modifiée)	8
Figure 02 : Femelle de <i>Ceratitis capitata</i> en train de pondre sur le fruit de clémentine (BERNARD, 2003)	11
Figure 03 : Asticots de <i>Ceratitis capitata</i> dévorant la chaire du fruit de clémentine (BERNARD, 2003)	11
Figure 04: Attaque de <i>Ceratitis capitata</i> sur fruit de clémentine (BERNARD, 2003)	12
Figure n°5: Piqûre de <i>Ceratitis capitata</i> sur fruit de clémentine (BERNARD, 2003)	12
Figure n°6: Adulte de <i>Cales Noacki</i> et d' <i>Aleurotrixus floccosus</i> (ANONYME, 1995)	13
Figure n°7: Attaque d' <i>Aleurotrixus floccosus</i> sur une feuille (ANONYME, 1995)	13
Figure n°8: Phase initiale d'attaque : Adultes et ponte typique d' <i>Aleurotrixus floccosus</i> (ANONYME, 1995)	14
Figure n°9: <i>Aleurotrixus floccosus</i> : Evolution de l'attaque foliaire avec développement de miellat et de sécrétions cireuses (ANONYME, 1995)	14
Figure 10 : forte infestation de puceron sur jeunes feuilles de clémentinier (personnel 2012)	15
Figure 11: Dégât de <i>Phyllocnistiscitrella</i> sur les feuille de Clémentinier (ANONYME, 1995)	16
Figure 12: Les différents stades de développement de <i>Phyllocnistis citrella</i> (ANONYME, 1995)	16
Figure 13 : Tête d'un Puceron Aphidide (ALAIN et al., 1999)	18
Figure 14: Appareil buccal de type piqueurs-suceurs.(AROUN., 1985).	19
Figure 15: Abdomen d'un puceron Adulte aptère (CLAUDE GODIN et al., 2002)	19
Figure 16 : Les différents cycles des pucerons (HULLÉ et al., 1999).	21
Figure 17 : Cycle holocyclique et anholocyclique chez le puceron (LECLANT., 1978)	21
Figure 18 : Adulte ailé (a) et femelle d' <i>Aphis gossypii</i> (b) (SEKKAT A., 2007)	22

Figure 19: Adulte et Larve de Coccinelle (RAMEL In DEBRAS., 2007)	25
Figure 20 : les Larves de <i>Cécidomyidé</i> dévorant les Pucerons vert des citrus (INRA., 2006)	25
Figure 21: Larves de syrphes avec des pucerons (KATHRYN In DEBRAS., 2007)	25
Figure 22: Larve de chrysopes (KATHRYN In DEBRAS., 2007)	25
Figure 23: Larve de chrysope dévorant des pucerons (INRA., 2006).	25
Figure 24: Larve blanche <i>camaemyiide</i> du prédatrices de pucerons sur feuille de clémentinier (MOSTEFAOUI., 2009).	26
Figure 25 : <i>Ichneumonoidea</i> , Pondre dans les pucerons (RAPHAË In DEBRAS., 2007)	27
Figure 26: Braconidé petite guêpe parasite déposant son œuf dans le corps d'un puceron (INRA., 2006).	27
Figure 27 : Momies de puceron parasité par un Aphidiidé (personnelle 2012).	27
Figure n°28 : <i>Aphis spiraecola</i> (DJOUDI et al., 2004).	31
Figure n°29 : Adulte aptère d' <i>Aphis gossypii</i> (MICHELE., 2003)	31
Figure n°30 : Caractéristiques des tubercules antennaire et de la cauda d' <i>Aphis gossypii</i> (MICHELE., 2003)	31
Figure n°31 : le puceron noir des agrumes <i>Toxoptera aurantii</i> (ANDRIAN., 2000)	31
Figure n°32: Populations de <i>Toxoptera citricida</i> sur les jeunes pousses(A) et les feuilles(B). (ZEMZAMI., 2009)	32
Figure n°33: femelle fondatrigène aptère de <i>Myzus persicae</i> (MICHELE., 2003)	32
Figure n°34 : Dégâts du puceron sur clémentinier dans la région de Mitidja (personnelle 2012)	33
Figure n°35 : Physiologie d'alimentations des pucerons (SEKKAT., 2007)	34
Figure36 : Schéma représentant la prédation intraguilde (Polis et al., 1989)	40
Figure37 : schéma représente la prédation Intraguilde en lutte biologique(Polis et al., 1989)	41

Figure 38: Limite géographique de la Mitidja (MUTIN G., 1977)	44
Figure 39 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude (A : 2001à 2010, B : 2010-2011).	49
Figure 40: Localisation de la Mitidja dans le climagramme D'EMBERGER	50
Figure 41 : Présentation du site d'étude géographique d'Oued ElAlleug (LA MERIE, 2010)	51
Figure 42: Plan parcellaire de l'EURL FSPP Cinq Palmiers Oued El Alleug Blida	52
Figure 43 : Situation du verger de Clémentinier étudiées dans région d'OUED ALLEUG (Anonyme, 2012).	52
Figure 44 : Situation du verger de Clémentinier étudiées dans région de BOUFARIK (Anonyme, 2012).	54
FIGURE 45 : Schéma représentant le choix des arbres dans les parcelles	55
Figure 46 : Piège à eau accroché sur un rameau représentatif d'un arbre de clémentinier (personnel, 2012)	57
Figure 47 : Schéma représentant la dispersion des pièges jaunes à eau	57
Figure 48 : Piège engluée accroché sur un rameau représentatif d'un arbre de clémentinier (personnel, 2012).	58
Figure 49 : Schéma représentant la dispersion des pièges jaunes englués	58
Figure 50 : colonie de puceron momifié (Personnel, 2012).	59
Figure 51 : éclosion des œufs de coccinelles (Personnel, 2012).	59
Figure 52 : observation et séparation des espèces sous la loupe binoculaire (personnel2012)	60
Figure 53: Piège engluée après la récolte (personnel, 2012)	60

Figure 54 : Variabilité des abondances moyennes aphidiennes dans les deux vergers étudiées.	61
Figure 55 : Evolution des températures de janvier à août 2012 dans la région de la Mitidja.	62
Figure 57 : Evolution des quantités de pluie de janvier à août 2012 dans la région de la Mitidja.	62
Figure 58 : Variation temporelle des abondances moyennes des catégories d'auxiliaires rencontrées dans le verger d'Oued El Alleug	63
Figure 59 : Variation temporelle des abondances moyennes des catégories d'auxiliaires rencontrées dans le verger de Boufarik	63
Figure 60 : Projection des variables aphides-auxiliaires des deux vergers étudiés sur le plan d'ordination F1xF2 de l'AFC.	64
Figure 61 : Structuration spatiotemporelle du complexe aphides auxiliaires dans le verger de Boufarik.	65
Figure 62 : Dendrogramme établi sur la base des distances euclidiennes entre les variables du complexe aphides-auxiliaires, structurant les assemblages temporels dans le verger de Boufarik.	65
Figure 63 : Structuration spatiotemporelle du complexe aphides auxiliaires dans le verger d'Oued El Alleug.	66
Figure 64 : Dendrogramme établi sur la base des distances euclidiennes entre les variables du complexe aphides-auxiliaires, structurant les assemblages temporels dans le verger d'Oued El Alleug.	67
Figure 65 : Répartition spatiotemporelle des populations d' <i>Aphis spiraecola</i> et <i>A. gossypii</i> dans les deux vergers étudiées	68

Figure 66 : Répartition spatiotemporelle des abondances moyennes 70
aphidiennes sur les jeunes feuilles et les feuilles âgées des pousses
printano estivales du clémentinier dans les deux vergers.

Figure 67 : Structure spatiotemporelle des assemblages des coccinellidae 72
associées au clémentinier dans les deux vergers

Liste des tableaux

Tableau n° 1 : Les grands pays producteurs d'agrumes (en milliers de tonnes). (ANONYME, 2001)	4
Tableau02 : Les rendements par régions sont par ordre décroissant. (BELLABAS, 2010)	5
Tableau 3 : Variations mensuelles des températures de 10 années (2001/ 2011) et l'année 2011 et 2012 (O.N.M., 2012).	45
Tableau 4 : Moyennes mensuelles des précipitations en mm dans la région de la Mitidja, (O.N.M., 2012)	46
Tableau 5 : Les différents types de sols dans la Mitidja (MUTIN, 1977) .	47
Tableau 6 : Nombre de jours de vent dans la région du Mitidja en 2011/2012	48
Tableau 7 : Humidité moyenne mensuelle en % de la région du Mitidja durant l'année 2011/2012.	48
Tableau 8 : Activités anthropiques en 2011	53
Tableau 9 : Activités anthropiques en 2012.	53
Tableau 10 : Corrélations de Pearson et probabilités associées relatives au complexe aphides-auxiliaires dans les deux vergers	64
Tableau11 : Les principales espèces capturées par les pièges jaunes engluées durant la première quinzaine du mois de juin.	74

Chapitre 04

Matériels et Méthodes

4.1. Présentation de la région agrumicole étudiée

4.1.1 Situation géographique de la Mitidja centrale

La Mitidja est la plus vaste plaine sub-littorale d'Algérie. Elle s'étend sur 140.000 hectares, s'étirant sur une centaine de kilomètres de long, et 5 à 20 kilomètres de large (Figure). Elle est isolée de la mer par le ride du Sahel, prenant appui sur le vieux massif de Chenoua, à l'est d'Alger, entre Oued Réghaia et Oued Boudouaou, au nord-ouest et à l'ouest, le Djebel Chenoua et la retombée de la chaîne de Boumaad avec le Djebel Zaccar ferment la plaine. Au sud, l'Atlas Mitidjien constitue une barrière continue. A l'Est, le relais est pris par les premières chaînes de calcaire du massif Kabyle (Djebel Bouzegza). En fin, ce sont les hauteurs et les collines de Basse Kabylie qui ferment la plaine à l'est (**MUTIN, 1977**). La plaine ne s'ouvre directement sur la mer que sur quelques kilomètres séparant Oued Réghaia et l'Oued Boudouaou bordée de collines et de montagnes. Elle constitue une vaste carène dissymétrique sur fond incliné. Cette inclinaison est particulièrement nette dans la partie centrale. Sur la lisière méridionale, les altitudes dépassent toujours les 160 mètres, atteignent les 260 mètres à Blida, pour s'abaisser vers le nord. Ainsi, dans la basse plaine, le point le plus bas est à 16 mètres. Par contre, aux deux extrémités, les altitudes se relèvent jusqu'à 60 à 70 mètres à l'est (**LOUCIF et BONAFONTE, 1977**).



Figure 38: Limite géographique de la Mitidja (MUTIN G., 1977)

4.1.2. Hydrologie

La longue dépression que constitue la plaine de la Mitidja ne correspond pas à l'existence d'un réseau hydrographique bien adapté et bien hiérarchisé. La plaine est sillonnée par des oueds qui prennent naissance au piémont de l'atlas Blidéen. Leurs vallées sont étroites, peu profondes et encaissées (**MUTIN, 1977**).

4.1.3 Le climat

La Mitidja est située dans l'étage bioclimatique subhumide, à hiver doux. Le type de climat de la Mitidja est un type méditerranéen à tendance subtropicale à cause des brusques variations saisonnières, (**GOUTCHAROV et ZIMMY,1968**). L'automne est généralement humide et doux, l'hiver et le printemps sont modérément pluvieux et relativement froids, l'été est chaud et sec.

4.1.4 Température.

La température est un facteur limitant, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés vivant dans la biosphère (**RAMADE, 1984**). Les valeurs mensuelles des températures enregistrées dans la région du Mitidja sont indiquées dans le tableau 3.

L'analyse des températures durant la décennie (2001-2011), fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées durant les mois de Juin, juillet, août et Septembre. La température moyenne annuelle ne varie pas beaucoup par rapport à la période d'étude, soit 22,5°C pour la période 2001 à 2011 et 21,9°C pour l'année d'expérimentation. D'après HULLÉ (2007), à chaque fois que la température augmente de 1 degré, 8 nouvelles espèces de pucerons apparaissent, dans les régions de Rennes, Colmar, Arras et Montpellier en France, et aussi en Angleterre et en Ecosse.

Tableau 3 : Variations mensuelles des températures de 10 années (2001/ 2011) et l'année 2011 et 2012 (O.N.M., 2012).

périodes	mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2001 a 2011	m°C	5.4	5.6	7.4	9.7	12.7	12.8	12.9	20.1	17.5	14.4	17.6	14.5
	M°C	16.7	17.4	19.7	22	25.3	29.4	32.3	32.6	29.6	26.6	21.2	17.8
	(m+M)/2°C	11.5	11.5	13.5	15.8	19	22.9	26	26.3	23.6	20.5	15.5	12.5
2011	m°C	6,4	5,7	8,3	11	14,1	16,9	20,2	20,8	17,9	13,8	11,4	7,1
	M°C	17	17	20,2	23,2	25,5	28,3	32,8	33,5	29,4	26,3	21,7	17,9
	(m+M)/2°C	11,7	11,3	14,3	17,1	19,8	22,6	26,5	27,1	23,7	20,1	16,6	12,5
2012	m°C	3,8	2,6	7,8	9,7	12,3	13	14,2	18,2				
	M°C	16,7	13,4	18,5	21,2	25,3	37	37,6	38,2				
	(m+M)/2°C	10,25	8	13,5	15,45	18,8	25	25,9	28,2				

Par ailleurs, pour la région de Mitidja, la valeur la plus faible est enregistrée au mois de Janvier avec une moyenne de 5.4°C pour 2001 à 2011 alors qu'en 2011/ 2012, elle est enregistrée au mois de Février (2.6°C). Par contre, le mois le plus chaud est noté pour le mois d'Aout pour 2001 à 2011 avec une moyenne de 32,6°C et une moyenne de 38.2 °C pour l'année d'expérimentation.

4.1.5 Pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres. La distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

Les valeurs des précipitations enregistrées par l'office Nationale de la Météorologie (O.N.M) au cours de la même période décennale 2001-2011(tableau 4) sont reportées dans les tableaux figurant en Appendices C (1, 2, 3, 4). On peut remarquer deux saisons, une froide et humide allant d'octobre à avril et l'autre chaude et sèche de mai à septembre où les précipitations sont parfois nulles entre le mois de juin et août.

Tableau 4: Moyennes mensuelles des précipitations en mm dans la région de la Mitidja, (O.N.M., 2012).

périodes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne
P mm (2001-2011)	82,5	68	61	47,4	48,6	3,6	1,8	12,7	31,8	58,1	115,8	102,7	16,68
P mm (2011)	66,6	135,5	33,8	78,4	70,8	13,9	2,5	5,7	31,4	36,6	141,5	58,3	23,23
P mm (2012)	39,8	284,1	78,5	255,2	24,2	2,3	1,3	52,3					24,2

Les mois de Novembre, décembre, janvier et Février restent les plus pluvieux. Nous constatons que le total des précipitations annuelles ne diffère pas trop entre les deux périodes d'études avec respectivement une moyenne annuelle de 52,83 mm pour 2001 à 2011 et 114,775 mm pour 2011/ 2012 (tableau 2). Le mois le plus pluvieux est Novembre (115.8 mm) pour 2001 à 2011, par contre en 2011/ 2012 c'est le mois de Février avec une valeur moyenne de 284,1mm.

4.1.6 Pédologie

La Mitidja est caractérisée par des sols peu évolués et constitués d'apports alluviaux. Ce sont des sols lourds, à texture limoneuse et argilo limoneuse. D'après **AUBERT** et **DUCHAUFOR** cité par **MUTIN (1977)**, il existe cinq types de sols dans la plaine (**Tableau 5**).

Tableau 5: Les différents types de sols dans la Mitidja (**MUTIN, 1977**).

	Sols peu évolués	Sols hydromorphes	Sol à sesquioxydes de fer	vertisols	Sols calci - magnésiques
Caractéristiques	-Limono sableux (4% de Ca) Rajeunissement périodique - Peu de matière organique	- Argilo limoneux - Saturation par l'eau migration de fer	- Limono argileux 0.1 %de Ca - p H : 6 .1 - Sols rouges et sols bruns	- argilo limoneux à argileux de 9 à 10 % de Ca	- Sols peu profonds sur calcaire à l'ouest
Superficie (ha)	75 000	7 000	43 500	6 000	1 500

Les sols peu évolués se situent au centre. Ils sont très étendus et se composent d'une bande très large de sols alluviaux peu évolués, avec cependant quelques variantes. Ce sont ces sols qui confèrent une grande unité à la plaine.

Les sols hydromorphes se rencontrent dans la basse plaine, aux points les plus bas. Les sols rouges se trouvent au sud de la plaine, le terroir de bordure de l'atlas est une ceinture discontinue des sols rouges. Les vertisols et les sols carbonates se situent aux deux extrémités orientale et occidentale, là où manquent les alluvions rharbiens récents. Ils sont peu évolués, (**MUTIN, 1977**).

4.1.7 Vents

Le vent est un déplacement d'air provoqué par une différence de pression d'un lieu à un autre (**HUFTY, 2001**). Il fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat. Il agit comme un agent de transport (**RAMADE, 1990**). Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'ouest et du nord –ouest, et sont modérés. Ils frappent, parfois, fortement à la fin de l'automne (novembre) et en hiver, or les vents desséchants (sirocco) du sud provoquent des dommages aux vergers lorsqu'ils sont insuffisamment protégés (**MUTIN, 1977**). **VAN- HARTEN (1974)** cité par **LAAMARI (2004)**, explique que par un temps venté, l'aphide se montre incapable de coupler ses ailes antérieures et postérieures et ne peut de ce fait s'envoler. De même **BONNEMAISON (1950)** montre que les vols des pucerons cessent totalement lorsque la vitesse du vent atteint 9 à 11 Km à l'heure (2,5 à 3 m/ Seconde). Les données concernant

le nombre de jours ventés ainsi que les vitesses des vents en 2011-2012 sont consignées dans le tableau 6.

Tableau 6: Nombre de jours de vent dans la région du Mitidja en 2011/2012

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Nombre de jours de vent	0	2 Sirocco (14 m/s)	5	0	0	0	1	3 Sirocco (13 m/s)	0	1 Sirocco (18 m/s)	0	0

4.1.8 Humidité de l'air au cours de l'année 2011/2012.

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13 °c, et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °c (**BONNEMAISON, 1950**). Les relevés de l'humidité de l'air de la région de Mitidja durant l'année 2011/2012 sont reportés dans le Tableau 7. Le mois de Février est le plus humide avec 83,60% par contre le taux d'humidité le plus faible est noté en Aout avec 69%.

Tableau 7 : Humidité moyenne mensuelle en % de la région du Mitidja durant l'année 2011/2012.

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité (H%)	75,72	73,93	77,25	83,15	82,38	83,6	83,3	75,72	76,06	70	70	69

4.1.9 Gelées.

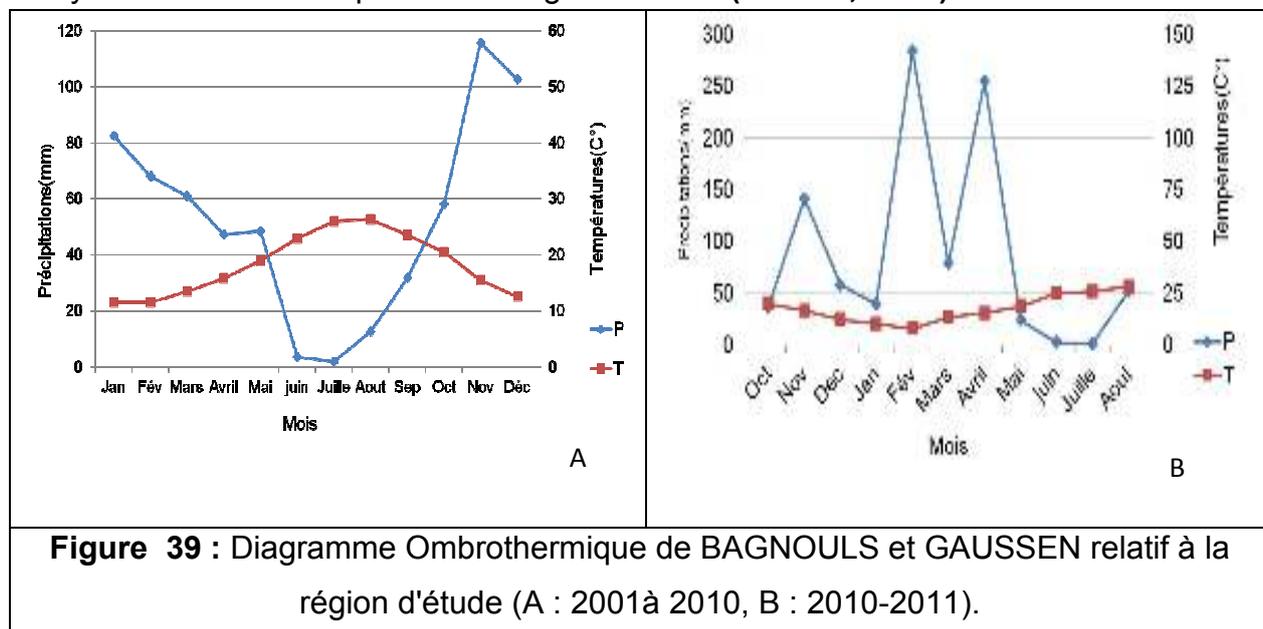
Les gelées sont fréquemment signalées en hiver. Elles causent de graves dommages sur les feuilles, les jeunes rameaux et les pousses donnant un aspect de brûlures. Le maximum de jour de gelée a été enregistré pendant la campagne 2002-2003 avec 4 jours (**BOUKOFTANE, 2007**).

4.1.10 Synthèse climatique

4.1.10.1 Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1953)

BAGNOULS et **GAUSSEN (1953)**, définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure ou double de la température de ce mois ($P/2T$). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche. Donc ce dernier met en évidence la notion des saisons humides et sèches.

La figure 39 présente en abscisse les mois et en ordonnée les températures (T) et les précipitations (P) ayant une échelle double pour les premières telle que $P = 2T$. **BAGNOULS** et **GAUSSEN** considèrent qu'il y'a une sécheresse lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius (**DAJOZ, 1971**).



4.1.10.2 Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER):

L'indice d'EMBERGER permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques $Q=32.17$. La formule du quotient pluviométrique d'Emberger a été modifiée par STEWART (1969) et est comme suit, avec m : est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, P représente les précipitations annuelles en mm et M : est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

$$Q = 3,43 \times P / M - m$$

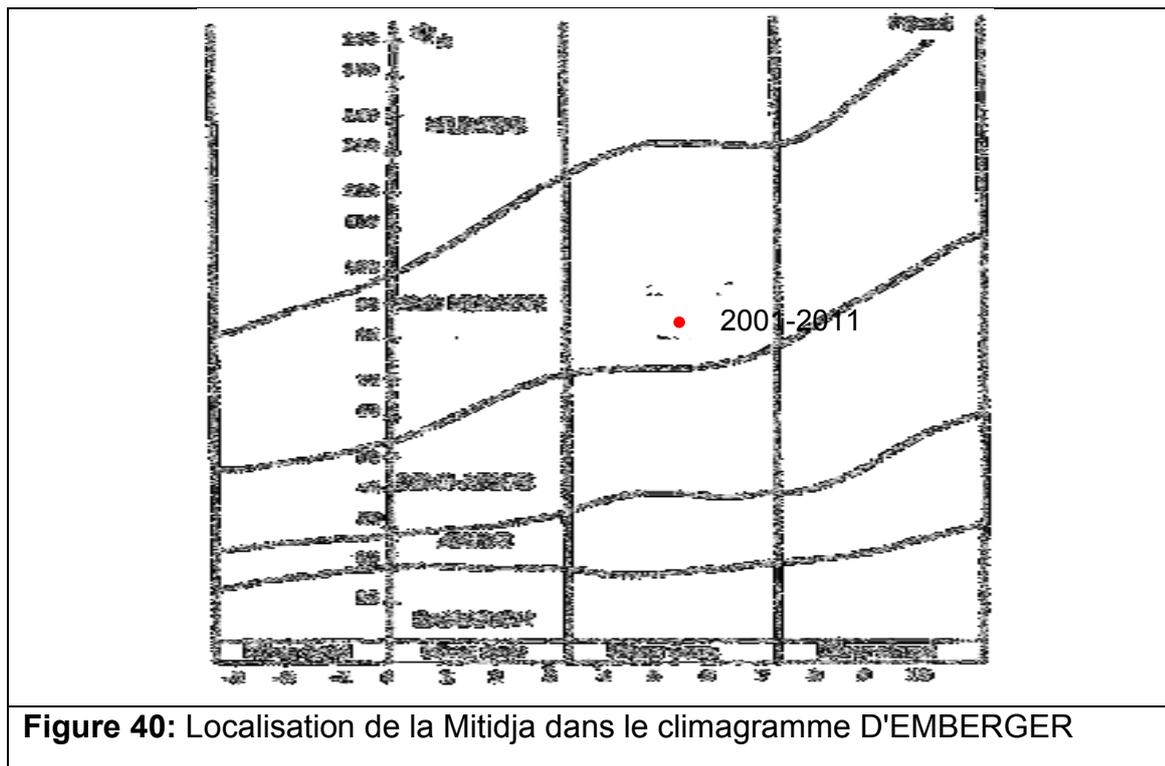


Figure 40: Localisation de la Mitidja dans le climagramme D'EMBERGER

4.2. Présentation des vergers étudiés et méthodologies d'étude

4.2.1. Verger d'Oued El Alleug

4.2.1.1. Situation géographique

Notre premier milieu d'étude a été choisi dans la région d'Oued El-Alleug, située au niveau de l'Atlas Blidéen dans la Mitidja centrale. Les coordonnées géographiques sont $36^{\circ} 33'19''$ Nord, $2^{\circ} 47'25''$ Est. La ferme « **F.S.P.P. les 5 palmiers** » s'étale sur 160 ha de superficie et se situe à environ 4 Km de la ville d'Oued El Alleug en empruntant la route allant vers Oran. La station est limitée au Nord, au Sud et à l'Ouest par des brise-vent constituée de cyprès (*Taxodium distichum*) et à l'Est par des bâtiments (chambres de stockage) (**Figure 41**). La station expérimentale est composée de 75 parcelles d'agrumes avec de la : Clémentine, Mandarine, Portugaise, Double fine et Thompson Navel (**Figure 42 et 43**).

4.2.1.2. Historique générale

La ferme F.S.P.P. les 5 palmiers est considérée comme une ferme à vocation agrumicole occupant une superficie totale de 185,44 ha composée de 75 parcelles d'agrumes dont 170,26 ha irriguée. Elle est spécialisée dans la production des variétés d'agrumes suivantes :

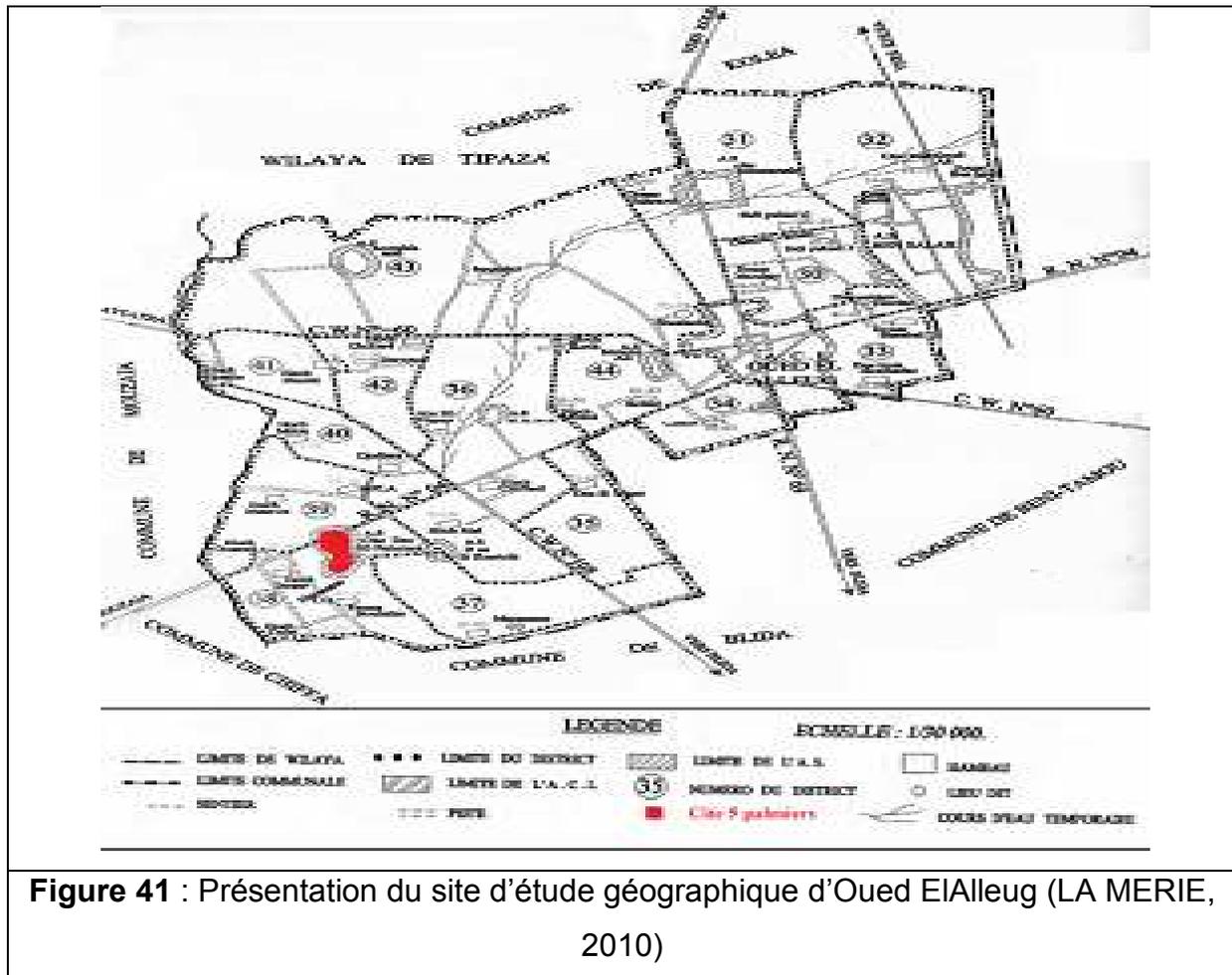


Figure 41 : Présentation du site d'étude géographique d'Oued El Alleug (LA MERIE, 2010)

Le verger de variété Clémentine (126,67 ha) a été planté pendant la période coloniale dans les années 1920 (1942 selon d'autres personnes) ; le verger d'oranger *Thomson* (13,48 ha dont 06 ha de jeune plantation) a été planté en 1987. Pour le reste des variétés d'agrumes, la date de plantation reste inconnue : *Portugaise* (11,50 ha); *Mandarine* (10,90 ha) ; et *Double fine* appelée *la sanguine* (7,71 ha).

La parcelle d'étude est la parcelle N°31, sa superficie est de 1.69 ha comprenant 532 plants d'agrumes variété clémentinier plantées en 1936

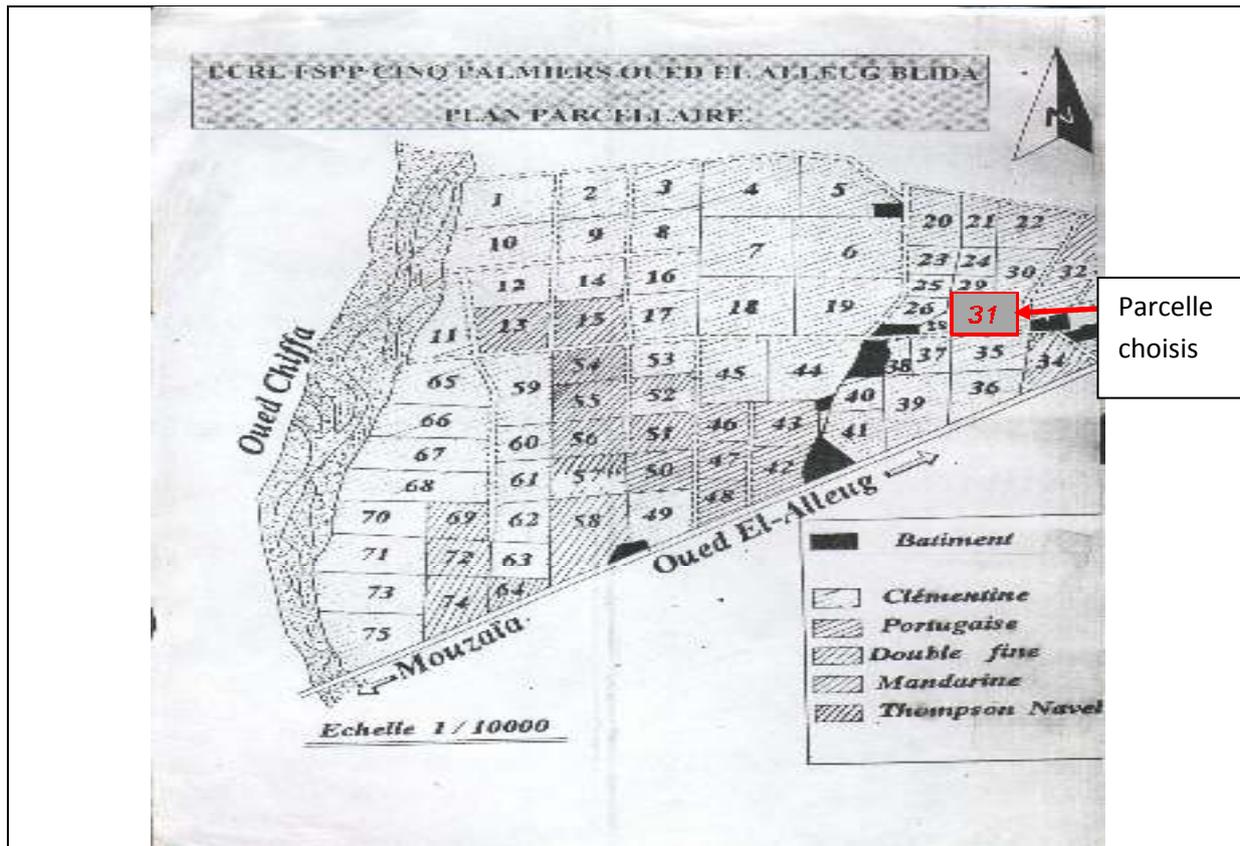


Figure 42: Plan parcellaire de l’EURL FSPP Cinq Palmiers Oued El Alleug Blida

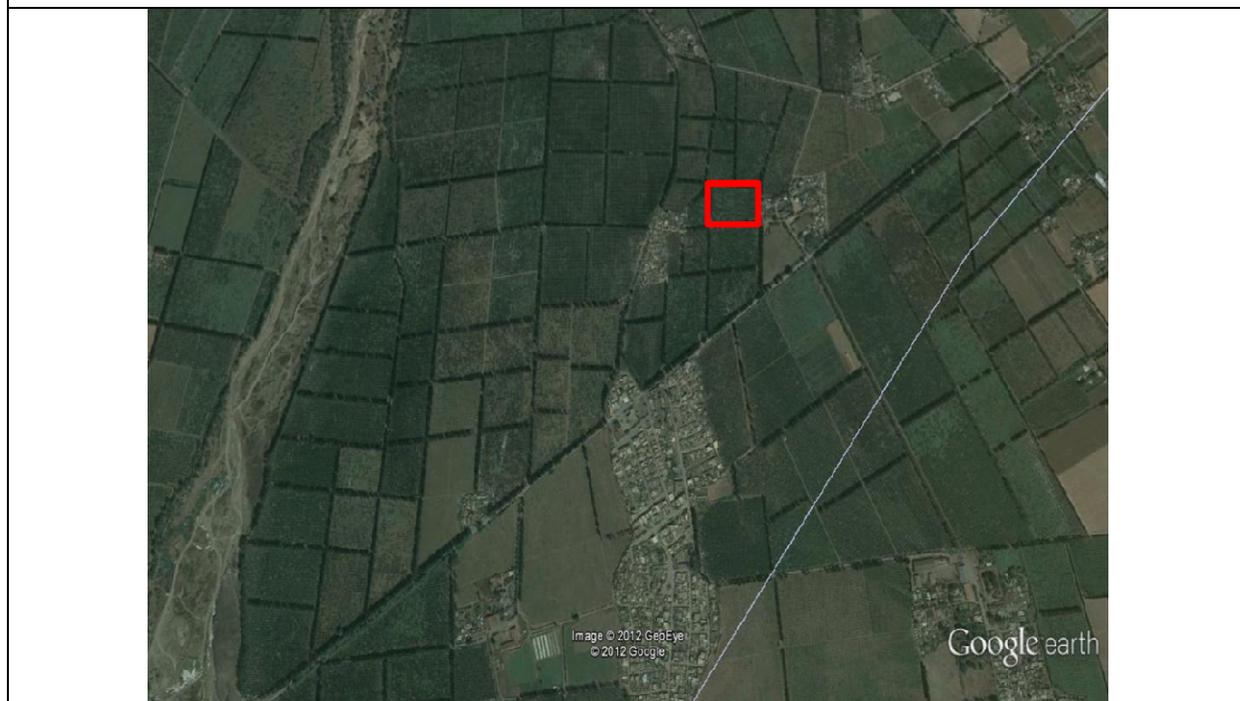


Figure 43 : Situation du verger de Clémentinier étudiées dans région d’OUED ALLEUG (Anonyme, 2012).

4.2.1.3. Activités anthropiques au sein du verger :

Les tableaux 8 et 9 résument les principales activités culturales ayant été réalisées au sein de la parcelle d'étude durant les années 2011 et l'année d'étude 2012.

Tableau 8 : Activités anthropiques en 2011.

Pratiques/mois	2011											
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Discages			+			+						
Fertilisations	+		+				+	+				
Traitements							+					
Irrigations							+	+	+			
Taille												

Tableau 9: Activités anthropiques en 2012.

Pratiques /mois	2012											
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Discages												
Fertilisations	+		+				+	+				
Traitements						+						
Irrigations						+		+	+			
Taille												

Deux discages ont été effectués le 16/03/2011 et 18/06/2011.

Un engrais de fond (06qx/ha) a été effectué le 09/01/2011 et le 09/01/2012.

- Engrais azoté (**sulfazote 26%**) 09qx/ha :

- 1^{er} fraction ½ dose 4.5qx/ha effectuée le 07/03/2011 et le 07/03/2012.
- 2^{ème} fraction ¼ dose 2.25qx/ha effectuée le 15/07/2011 et le 15/07/2012.
- 3^{ème} fraction ¼ dose 2.25qx/ha effectuée le 18/08/2011 et le 18/08/2012

Des traitements insecticides ont été appliqués contre la cochenille noire des agrumes à base d'huile blanche avec une dose de 20 l d'huile blanche dans 1000 litres d'eau effectués le 23/07/2011, et à base d'huile blanche et de dursban le 29/06/2012.

L'irrigation est effectuée par rigole

- En 2011 : le 24 juillet, le 11 août, et le 07 septembre.

- En 2012 : le 21 juin, le 23 août et le 04 septembre.

Durant ces deux années, les responsables de cette ferme, n'ont pas planifié une taille pour cette parcelle.

4.2.2. Verger de Boufarik

4.2.2.1 Situation géographique

Notre deuxième milieu d'étude (**figure 44**) a été choisi au niveau de la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V) de Boufarik, qui se situe au centre de la plaine de la Mitidja à 7Km au nord-ouest de la ville de Boufarik, avec une altitude moyenne de 20m au niveau de la mer (**ANONYME, 1988, in BENRIMA, 1993.**)

Le verger d'étude s'étend sur deux hectares dont un hectare est planté en agrumes, le reste se compose de nombreux arbres fruitiers à savoir ; pommier, poirier, abricotier, néflier, grenadier, pêcher, figuier et olivier avec quelques cognassiers.



Figure 44 : Situation du verger de Clémentinier étudiées dans région de BOUFARIK
(Anonyme, 2012).

4.2.2.2 Historique générale

La superficie totale du verger est de 1.64 ha comprenant 285 plants de différentes espèces : abricotier, pêcher, prunier, pommier, poirier, figuier qui ont été plantés en février 2010 (jeunes plants, et 02 variétés d'agrumes : mandarinier et clémentinier plantés en

1974 (plants âgées). L'espace entre les lignes est de 6m et de 5m entre plants. Ce verger est entouré par des brises vents.

4.2.2.3 Activités anthropiques au sein du verger

La station régionale de la protection des végétaux (**S.R.P.V**) de Boufarik, est une station expérimentale d'observation dont ils n'utilisent pas de traitements soit biochimiques ou biologiques, et rien que les travaux de sol, désherbage, la taille ; afin de déclencher une alerte en cas d'une infestation ou apparition d'une maladie sur les plants et aussi pour déterminer l'entomofaune de la région.

5. Méthodologies

5.1. Echantillonnage des pucerons et leurs auxiliaires associés

Dans chaque parcelle délimitée dans les deux vergers étudiés, on a choisis dix (10) arbres de clémentinier étiqueté de 1 à 10 (**figure 45**).

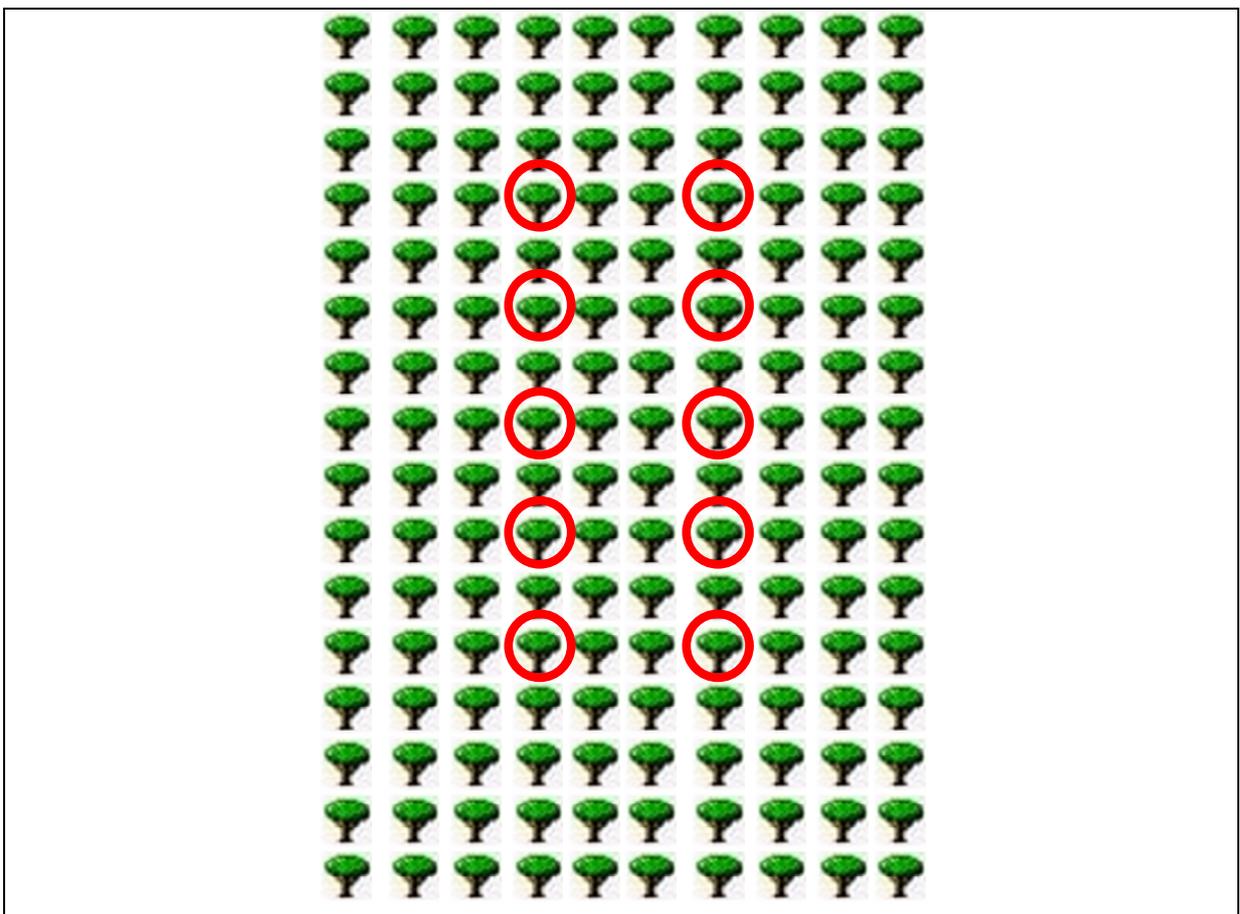


FIGURE 45 : Schéma représentant le choix des arbres dans les parcelles



Arbre de clémentinier étiqueté pour l'échantillonnage des feuilles

On a prélevé de chaque arbre, quatre(04) feuilles infestées au niveau des pousses, avec deux (02) jeunes feuilles et deux(02) feuilles âgées.

Nous avons réalisé des observations sur la base d'un contrôle visuel selon la méthode proposée par **BAGGIOLINI (1965) ; BAGGIOLINI et WILDBOLZ, (1965)**. C'est un moyen de contrôle généralement non destructif qui permet de ce fait de suivre l'évolution des populations d'auxiliaires et des ravageurs (**REBOULET, 1986**).

Nos observations ont été réalisées avec une fréquence bimensuelle. Les échantillons sont transportés dans des sacs en papier puis examinés au laboratoire à la loupe binoculaire. Chaque sac en papier porte des renseignements se rapportant à la date de l'échantillonnage réalisé à savoir le lieu, le type de feuilles prélevées (jeune ou âgé), le numéro d'arbre et d'autres informations jugées nécessaires.

5.2. Piégeages

Durant notre période d'étude, nous avons étudié l'entomofaune associée aux deux vergers choisis à travers l'installation de pièges jaunes à eau et des pièges jaunes englués. Les pièges colorés sont connus depuis 1966 pour l'échantillonnage des insectes ailés. La couleur préférentielle pour la plupart des insectes est le jaune citron et l'abondance des récoltes que l'on peut effectuer avec de tels pièges est remarquable. D'après **ROTH (1972); ROBERT et ROUZ-JOUAN (1976)**, l'installation des pièges permet de suivre l'activité de vol des différentes espèces et de savoir précisément quelles sont les périodes de l'année pendant lesquelles cette activité aura lieu.

Pour notre expérimentation, nous avons utilisé pour chaque verger d'étude 05 bacs jaunes en plastique (**figures 46 et 47**) remplis aux deux tiers de leur hauteur d'eau savonneuse, et nous avons accroché à des rameaux au sein de la canopée. A chaque sortie, nous changeons aléatoirement la place des pièges dans un but de couvrir toute la surface du verger. La collecte est effectuée une fois tous les 15 jours à l'aide d'un pinceau fin ensuite mise dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont notés la date et le lieu de capture. L'eau des pièges est renouvelée après chaque prélèvement. Cette méthode d'échantillonnage est appliquée d à partir du mois de Mai jusqu'au mois d'Aout.



Figure 46 : Piège à eau accroché sur un rameau représentatif d'un arbre de clémentinier (personnel, 2012)

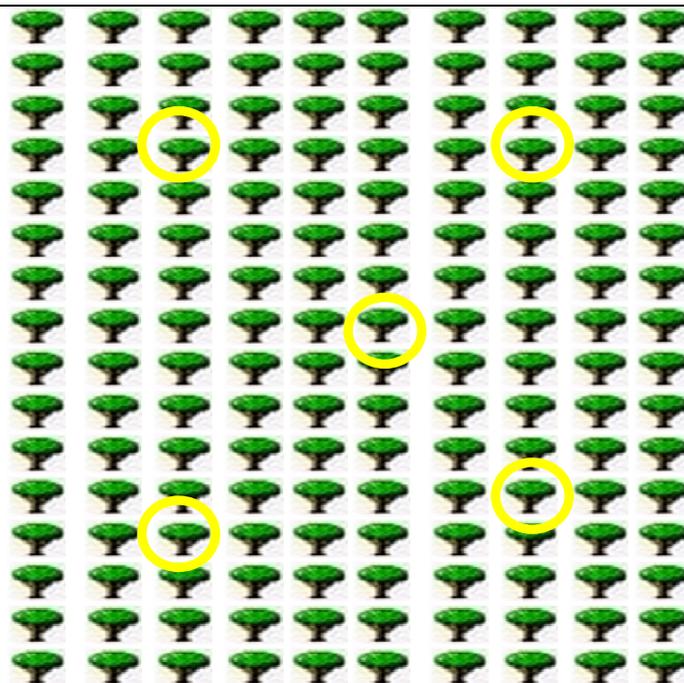


Figure 47 : Schéma représentant la dispersion des pièges jaunes à eau



Dépôt des pièges jaune à eau

Nous avons également déposé 06 pièges jaunes englués au sein de la canopée à raison de 03 pièges par parcelle étudiée (figures 48 et 49). La récupération des pièges s'est effectuée après 07 jours de leur dépôt.



Figure 48 : Piège engluée accroché sur un rameau représentatif d'un arbre de clémentinier (personnel, 2012).

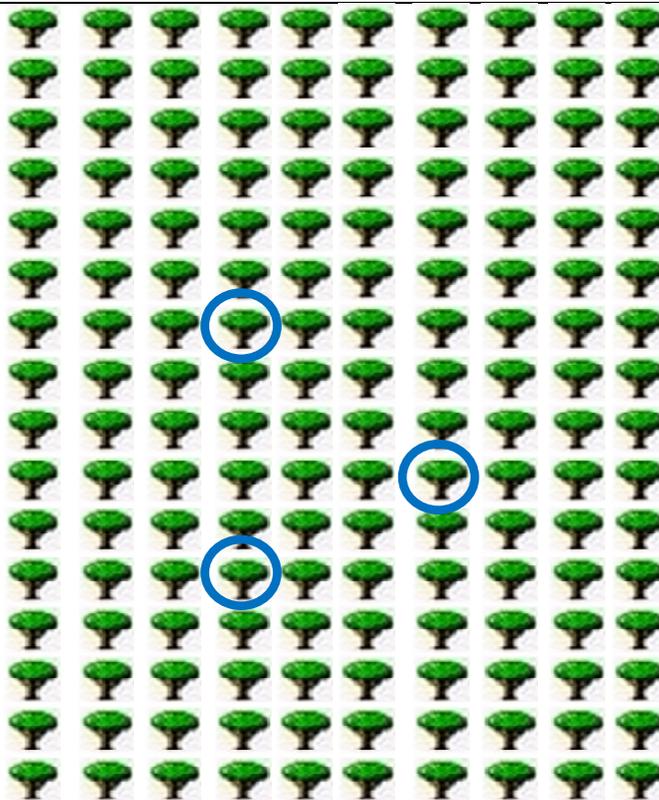


Figure 49 : Schéma représentant la dispersion des pièges jaunes englués.



Dépôt des pièges jaune engluées

5.3. Observations au laboratoire

Les échantillons ramenés au laboratoire sont observés à l'aide d'une loupe binoculaire pour le triage et le comptage des insectes (figures 50, 51 et 52).

Les pucerons, les thrips, et autres insectes minuscules sont conservés dans des flacons, des tubes à essais ou des eppendorfs contenant de l'alcool à 70 % pour leur conservation jusqu'à leur identification. Les insectes de taille moyenne à grande, sont fixés et étalés pour les préparer par la suite à l'observation et à l'identification.

Les Hyménoptères parasitoïdes notamment sont d'abord repérés par stylo feutre indélébile (**figure 53**), de façon à ce que le grossissement de la loupe binoculaire nous permet de visualiser le plus possible les détails morphologiques de l'insecte en rapport avec la nervation alaire, la forme des antennes et leur position au niveau de la tête, le nombre d'articles des tarse. L'identification des arthropodes capturés a été réalisée au niveau du genre et de l'espèce pour la majorité des familles avec l'aide de taxonomistes spécialisés. L'identification des auxiliaires aphidiphages a été faite et vérifiée avec l'aide de Monsieur Saharaoui docteur ingénieur à l'école nationale supérieure des sciences agronomiques d'El Harrach. L'identification des auxiliaires parasitoïdes a été faite par le professeur Garcia Mari de l'institut méditerranéen d'Agroforesterie à l'université polytechnique de valence (Espagne).



Figure 50 : colonie de puceron momifié (Personnel, 2012).



Figure 51 : éclosion des œufs de coccinelles (Personnel, 2012).



Figure 52 : observation et séparation des espèces sous la loupe binoculaire (personnel2012)



Figure 53: Piège englué après la récolte (personnel, 2012)

6. Outils d'analyse utilisés

L'ensemble des observations de chaque volet étudié a été d'abord enregistré sous forme de données brutes pour chaque sortie considéré. L'essentiel des analyses de ces observations a porté sur des données d'abondance aussi bien pour l'évolution des populations d'aphides et leurs auxiliaires associés que pour l'étude de l'entomofaune associée aux deux vergers de clémentinier. Nous avons considéré des indices de composition (richesse totale et spécifique ainsi que les abondances spécifiques). Dans le cas des variables de type abondances, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.). A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter des discontinuités inter-communautés et structurer les différents assemblages.

Résumé

L'agrumiculture est l'une des cultures fondamentale qui assure les besoins du marché local et international le fait qu'elle présente une large gamme de ravageurs qui nuisent à la production fruitière.

Les pucerons figurent parmi les déprédateurs majeurs des agrumes et les plus dangereux des phytophages par la gravité des nuisances dues à leur polyphagie ; leur pouvoir d'adaptation rapide et leur grand pouvoir de reproduction.

L'objectif de notre travail est de comparé la répartition des pucerons *Aphis Gossypii* et *Aphis spiraecola* et leur cortège auxiliaires associé dans deux vergers d'agrumes dans la Mitidja centrale, ainsi de connaitre l'effet des activités anthropiques et les traitements phytosanitaires sur sur l'entomofaune présent.

Cette étude à montré que les facteurs biotique et abiotique agissant sur les populations des pucerons

Les auxiliaires jouent le rôle le plus évident, mais leur efficacité est variable d'une saison à l'autre, d'une année et d'une région à l'autre et selon l'abondance des populations qui est en relation avec le niveau des ressources trophiques

الملخص:

زراعة الحمضيات هي واحدة من الزراعات الأساسية في الجزائر و التي تؤمن مستحقات السوق المحلية و الدولية بمجرد أنها معرضة لمجموعات هائلة من مفسدات الزراعة و التي تؤثر على منتج الثمار

تعد حشرات المن من أهم وأخطر آفات الحمضيات نظرا لحجم الخسائر المتعددة التي تسببها و خطورتها تتمثل في تأقلمها السريع على التكيف و قدرتها العالية على التكاثر

الهدف من عملنا هو مساهمة سكان المن الحمضيات *Aphis citricola* و *Aphis gossipie* مدمر, نهام و *anholocyclique* و المساعداتها في حقل الكليمنتين (*Citrus clémentina*) في المنطقة الوسطى لمتيجة.

تجدر الإشارة إلى أنه عندما يتعرض للإجهاد الحشرات، يغيروا سلوكهم من أجل تلبية احتياجاتهم على أكمل وجه، وقد تم توثيق هذه التغييرات بشكل جيد عن طريق حساب ترتيب ظهور أظهرت أن واحدا من الفرق بين الحشرات

Abstract:

Citrus fruit cultivation is one of the cultures fundamental in Algeria which ensures the needs for the local and international market the fact that it presents a broad range of ravageurs which harm the fruit-bearing production. The objective of our works it's studied in relation to the evolution of the phenology of the plant host, in the firm pilot situated in Mitidja Centrale.

Aphid s are among the major depredator s of citrus an d most dangerous of phytophagous by the gravity of the harmful effects of their polyphagia ; their capacity of fast adaptation and their great capacity of reproduction

The objective of our works it's in **contributed** populations of the major devastating aphid of citrus fruits *Aphis citricola* et *A.gossipie* polyphage and anholocyclique, in an orchard of **clementine** (*Citrus clémentina*) of central Mitidja.

It should be noted that when insects are subjected to stress, they change their behavior in order to best meet their needs, these changes have been well documented by calculating the order of appearance that one showed a difference between insects

SOMMAIRE :

Sommaire

Introduction générale

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Considérations générales sur la plante hôte *Citrus clementina*

1.1. Origines et répartitions des agrumes dans le monde :.....	3
1.2. Importance économique :.....	3
1.2.1. Dans le monde :.....	3
1.2.2. En Algérie	4
1.3. Présentation du clémentinier :.....	5
1.3.1. Origine :.....	5
1.3.2. Description du clémentinier :	5
1.3.3. Position taxonomique :	5
1.3.4. Phénologie :.....	6
1.3.5.1. Les exigences climatiques :	9
1.3.5.1.1. La température :	9
1.3.5.1.2. La pluviométrie :	9
1.3.5.1.3. L'humidité :	9
1.3.5.1.4. Le vent :.....	10
1.3.5.1.5. La grêle :.....	10
1.4-Les ravageurs des agrumes.....	10
1.4.1. Les acariens :.....	10
1.4.2. Les diptères	10
1.4.3. Les cochenilles :	12
1.4.4. Les Aleurodes :	13
1.4.5. Les pucerons :.....	14
1.4.6. Les lépidoptères :	15
Chapitre 02 : Considérations générales sur les pucerons des agrumes	
2.1. Introduction.....	17
2.2. Systématique.....	17
2.3. Caractéristiques morphologiques :	18
2.3.1. La tête :.....	18
2.3.2. Système buccal :.....	18
2.3.3. Thorax :.....	19

2.3.4.	19
Abdomen :	
.....	
2.4. Cycle biologique des aphides	20
2.6. Les facteurs de développement :	22
2.6.1. Les facteurs abiotiques :	22
2.6.1.1. Température	22
2.6.1.2. Pluviométrie :	22
2.6.1.3. Vent :	23
2.6.1.4. Lumière :	23
2.6.1.5 Humidité :	23
2.6.2. Les facteurs biotiques :	23
2.6.2.1. La plante hôte :	23
2.6.2.2. Caractéristiques des pucerons :	24
2.6.2.3. Ennemis naturels :	24
2.7. Le comportement des aphides :	28
2.7.1. Comportement chimique :	28
2.7.1.1. Les phéromones d'alarme	28
2.7.1.2. Les phéromones sexuelles :	28
2.7.2. Comportement social :	28
2.7.2.1. Le mutualisme :	28
2.7.2.2. Les symbiontes :	29
2.7.2.3. La compétition :	29
2.7.3. Système de défense :	29
2.8. Les principaux aphides des agrumes :	30
2.8.1. <i>Aphis spiraecola</i>	30
2.8.2. <i>Aphis gossypii</i> :	30
2.8.3. <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe)	30
2.8.4. <i>Toxoptera citricida</i> (Kirkaldy)	30
2.8.5. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	31
2.9. Les dégâts liés aux pucerons :	32
2.9.1. Les dégâts directs :	32
2.9.2. Les dégâts indirects :	33
2.10. Lutte contre les pucerons :	34
Chapitre 03 : Auxiliaires et compétition intra-guilde	21
3.1. Définition de la compétition intra-guilde	35
3.2. Prédation intra-guilde	35
3.3. Compétition intra-guilde chez les aphidiphages	36
3.3.1. Acteurs impliqués	36

4.2.2.1	Situation géographique.....	54
4.2.2.2	Historique générale.....	54
4.2.2.3	Activités anthropiques au sein du verger.....	55
5.	Méthodologies.....	55
5.1.	Echantillonnage des pucerons et leurs auxiliaires associés.....	55
5.2.	Piégeages.....	56
5.3.	Observations au laboratoire.....	58
6.	Outils d'analyse utilisés.....	60
Chapitre 5 : Résultats et discussions		
5.1.	Résultats des observations du suivi temporel du complexe aphides-auxiliaires dans les vergers de clémentinier à Oued El Alleug et Boufarik.	61
5.1.1.	Fluctuations aphidiennes durant les périodes de poussée étudiées	61
5.1.2.	Abondances des catégories d'auxiliaires rencontrées dans les colonies durant les périodes de poussée étudiées	63
5.1.3.	Analyses globales de la coïncidence spatiotemporelle du complexe aphides-auxiliaires dans les deux vergers.	64
5.1.4.	Occurrence comparée des populations d' <i>Aphis spiraecola</i> et <i>A. gossypii</i> dans les deux vergers	67
5.1.5.	Distribution des populations aphidiennes au niveau des pousses du clémentinier dans les deux vergers	69
5.2.	Résultats des observations des captures de l'entomofaune circulante par pièges jaunes à eau et englués dans les vergers de clémentinier à Oued El Alleug et Boufarik.	70
5.2.1.	Analyse spatiotemporelle globale de la répartition des auxiliaires prédateurs dans les deux vergers étudiés	70
5.2.2.	Richesses totale et spécifique de l'entomofaune auxiliaire circulante dans les deux vergers	72
5.3.	Discussions	75
CONCLUSION		
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		

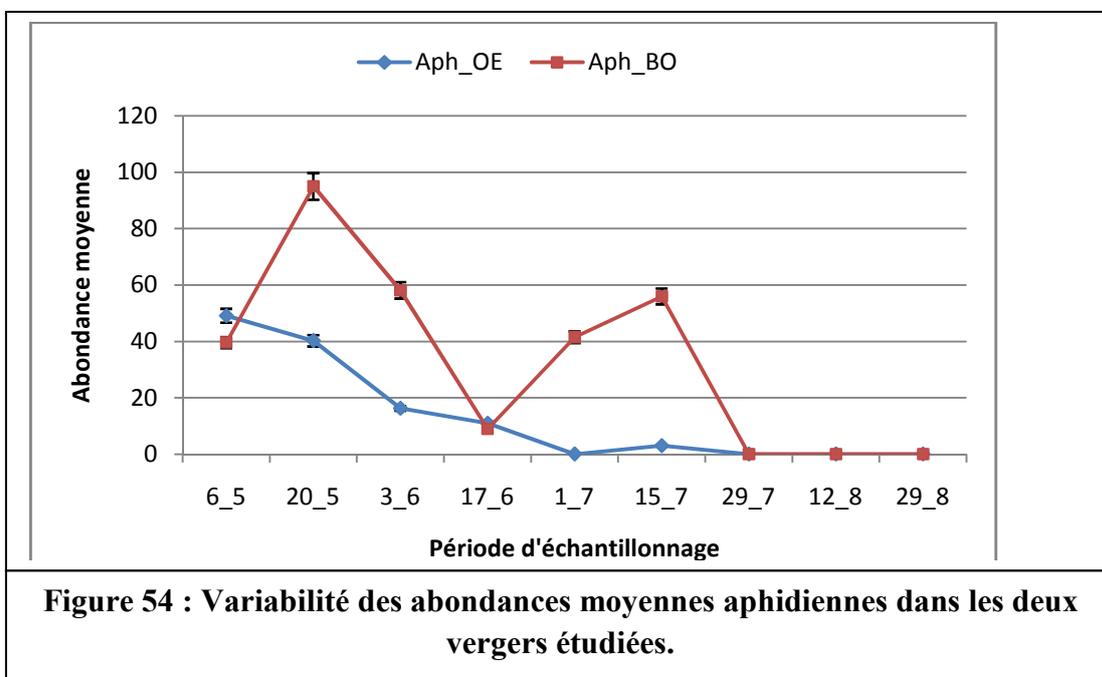
Chapitre 5 : Résultats et discussions

Ce chapitre porte sur les résultats d'inventaires des communautés d'insectes auxiliaires associés au clémentinier dans deux vergers différents situés dans la Mitidja centrale, à Oued El Alleug et Boufarik. Les variations de l'activité des populations aphidiennes ont été analysés sur deux périodes de poussée (printanière et début estivale) avec leur complexe entomophage.

5.1. Résultats des observations du suivi temporel du complexe aphides-auxiliaires dans les vergers de clémentinier à Oued El Alleug et Boufarik.

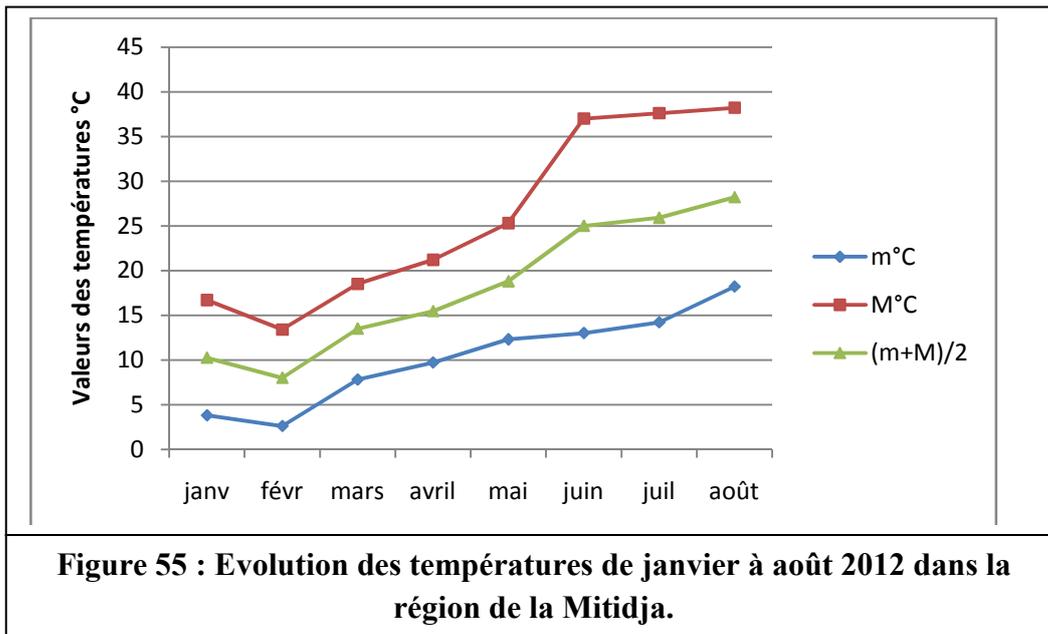
5.1.1. Fluctuations aphidiennes durant les périodes de poussée étudiées

La dynamique d'activité des pucerons sur le clémentinier se divise en deux périodes : la première plus importante s'étale du début de mai au mi juin est caractérisée par une abondance maximale moyenne vers la fin mai avec des effectifs plus élevés dans le verger expérimental de la SRPV de Boufarik par rapport à ceux enregistrés à la même période dans le verger étudié de la ferme pilote à Oued El Alleug, (**figure 54**). La seconde période d'activité correspond à des abondances beaucoup moins élevées des populations durant tout le mois de juillet, avec un 2^{ème} pic observé vers la mi juillet notamment à Boufarik alors que les densités enregistrées à Oued El Alleug sont presque nulles. On constate en effet dans ce verger une diminution graduelle des abondances moyennes des aphides durant les périodes de poussées étudiées, contrairement à Boufarik où il est remarqué une reprise d'activité à la fin du mois de juin après une phase de déclin (**figure 54**).

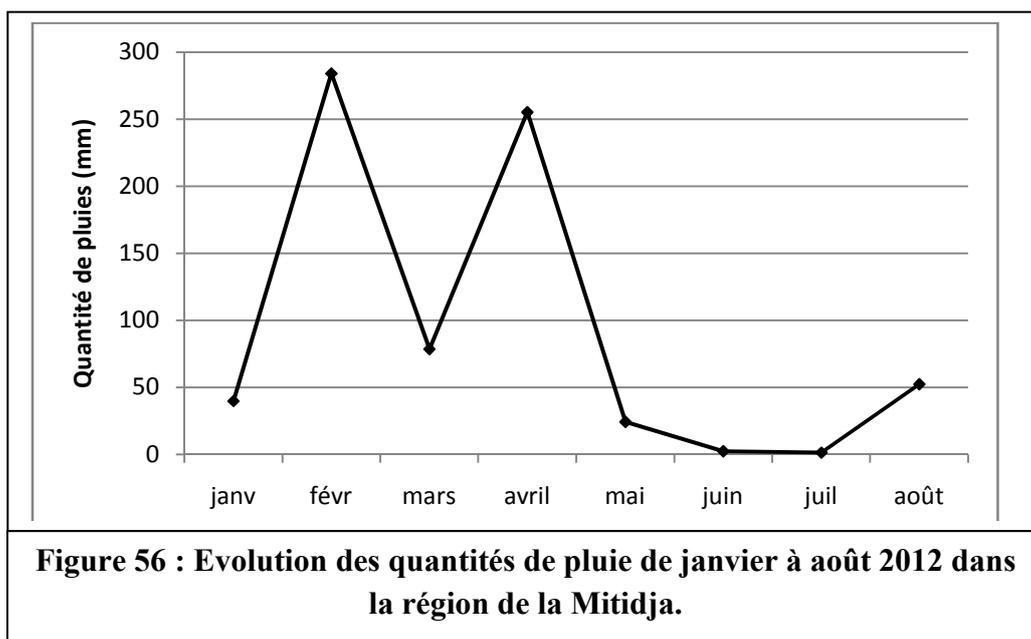


En nous référant uniquement aux caractéristiques du verger expérimental de Boufarik au sein duquel aucun traitement phytosanitaire n'est réalisé, il semblerait que les températures minimales et maximales ont agit défavorablement sur les populations des aphides. Nous avons enregistré en effet des valeurs minimales

moyennes de 12.3, 13 et 14.2°C et des températures maximales moyennes très élevées de l'ordre de 25.3, 37 et 37.6 °C aux mois de mai, juin et juillet respectivement, ce qui correspond à une température relativement très fraîche en mai par rapport au seuil requis chez les pucerons qui est de 15°C d'une part et à un écart thermique important entre les températures de la période mai-juin et le mois de juillet (**figure 55**). Pour ce qui est de l'évolution des populations dans le verger d'Oued El Alleug, le déclin d'activité des aphides serait dû à l'effet combiné des paramètres climatiques et des traitements phytosanitaires ou encore à une qualité du feuillage peu adéquate à la multiplication des individus.



Les quantités de pluie tombées au courant du mois de mai pourraient être à l'origine d'une diminution très sensible des populations de la fin mai à début juillet (**figure56**).



5.1.2. Abondances des catégories d'auxiliaires rencontrées dans les colonies durant les périodes de poussée étudiées

Dans les deux vergers étudiés, les seules catégories d'aphidiphages observées au sein des colonies installées au niveau des pousses de la période printano-estivale du début mai au début de juillet, sont représentées par des Coccinellidae et des pucerons parasités par des Hyménoptères Braconidae. Les abondances des coccinelles sont très faibles mais elles ont tendance à augmenter légèrement dans le verger d'Oued El Alleug alors qu'elles restent stables dans le verger de Boufarik (**figures 57 et 58**). L'activité des parasitoïdes semble prépondérante durant la première quinzaine de juin. Le nombre moyen de pucerons momifiés atteint un maximum vers la mi juin à Oued El Alleug (**figure 57**) et au début de juin dans le verger de Boufarik (**figure 58**) malgré une faible abondance des espèces aphidiennes proies (**figure 54**).

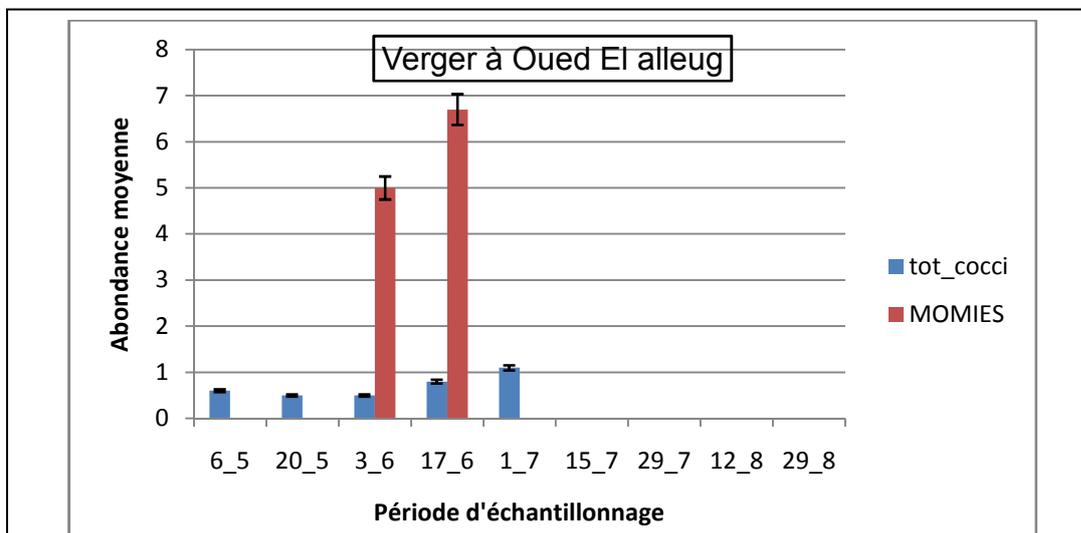


Figure 57 : Variation temporelle des abondances moyennes des catégories d'auxiliaires rencontrées dans le verger d'Oued El Alleug

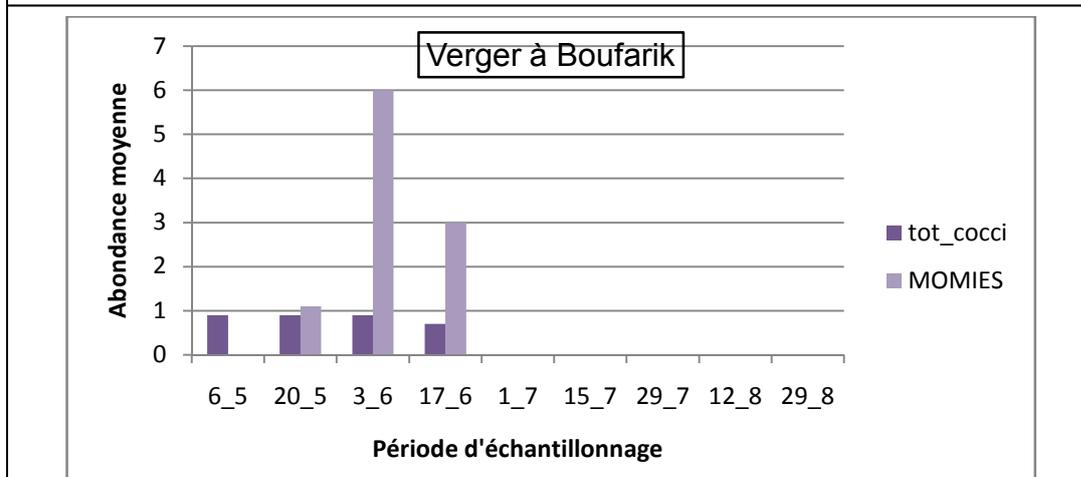


Figure 58 : Variation temporelle des abondances moyennes des catégories d'auxiliaires rencontrées dans le verger de Boufarik.

5.1.3. Analyses globales de la coïncidence spatiotemporelle du complexe aphides-auxiliaires dans les deux vergers.

Nous avons cherché si les populations aphidiennes étaient corrélées avec les populations des auxiliaires observées aux mêmes périodes. Les corrélations de Pearson établies ont montré des probabilités non significatives ($p > 5\%$) entre les catégories d'axiliaires de la canopée entre elles et entre ces m[^]mes auxiliaires et les abondances des aphides (**tableau 10**).

Tableau 10 : Corrélations de Pearson et probabilités associées relatives au complexe aphides-auxiliaires dans les deux vergers.

BO	tot_cocci	MOMIES	Ab_Aph	OE	tot_cocci	MOMIES	Ab_Aph
tot_cocci	-	0,2973	0,75918	tot_cocci	-	0,72636	0,86778
MOMIES	0,51364	-	0,89707	MOMIES	0,18452	-	0,62832
Ab_Aph	0,16196	-0,068729	-	Ab_Aph	-0,088376	-0,2532	-

La tendance globale de la distribution et la structuration des populations aphidiennes avec celles de leurs entomophages a été analysée par des analyses factorielles des correspondances suivies de classifications hiérarchiques en considérant les abondances moyennes spatiotemporelles (**figures de 59 à 63**). Le plan d'ordination Fx2 a été retenu du fait que les pourcentages de contribution des variances aux deux axes dépassaient 30% dans les différents cas.

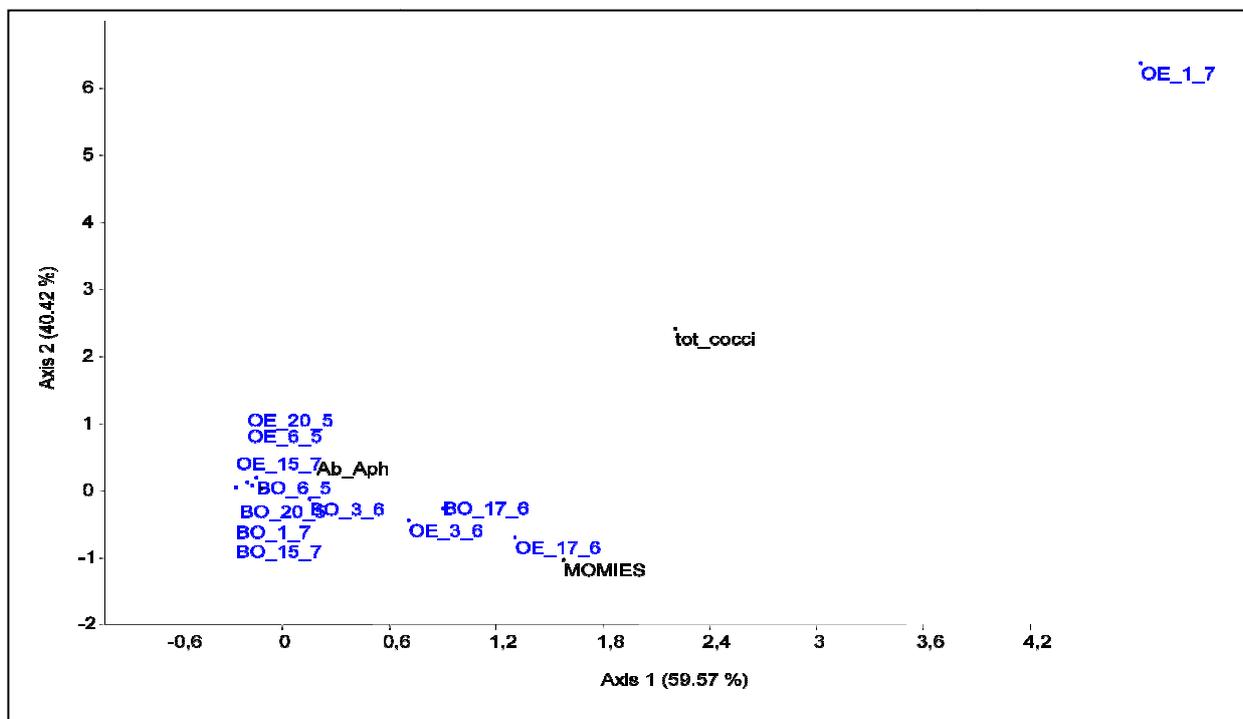


Figure 59 : Projection des variables aphides-auxiliaires des deux vergers étudiés sur le plan d'ordination F1xF2 de l'AFC.

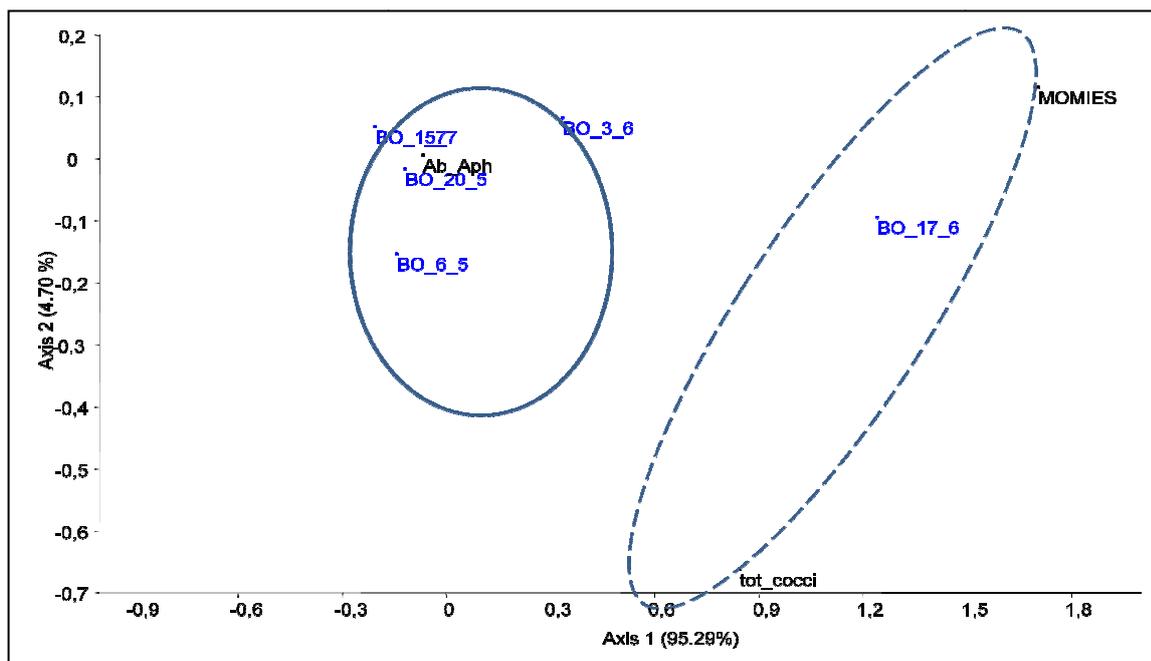


Figure 60 : Structuration spatiotemporelle du complexe aphides auxiliaires dans le verger de Boufarik.

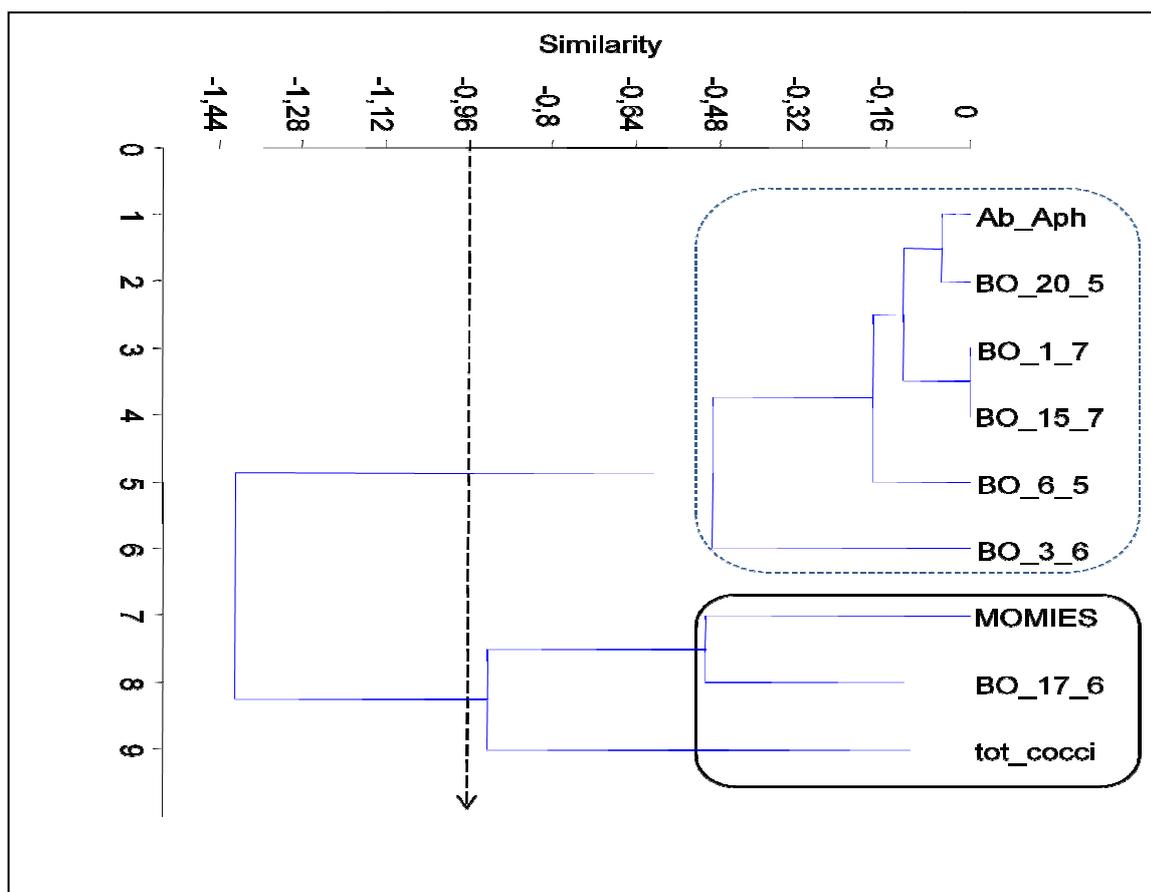


Figure 61 : Dendrogramme établi sur la base des distances euclidiennes entre les variables du complexe aphides-auxiliaires, structurant les assemblages temporels dans le verger de Boufarik.

Deux enveloppes s'individualisent concernant la structure globale du complexe aphides-auxiliaires dans les deux vergers (**figure 59**). La première regroupe les populations aphidiennes dans chaque cas quelque soit leurs abondances, la seconde est caractérisé par une dominance des pucerons momifiés vers la mi juin dans le verger de Boufarik, en présence d'une très faible abondance aphidienne et des coccinelles ainsi que la seule présence des coccinelles au début de juillet dans le verger de Oued El Alleug (**figure 59 et figures 60 et 61**).

Dans le verger d'Oued El Alleug, on peut définir explicitement 3 assemblages (**figure 62 et 63**). L'un strictement aphidien regroupe les dates d'échantillonnage correspondantes à des abondances élevées, le second regroupe les périodes avec une activité de parasitisme dominante et le troisième groupe très disparate indique une très faible activité des coccinelles, (**figure 62 et 63**).

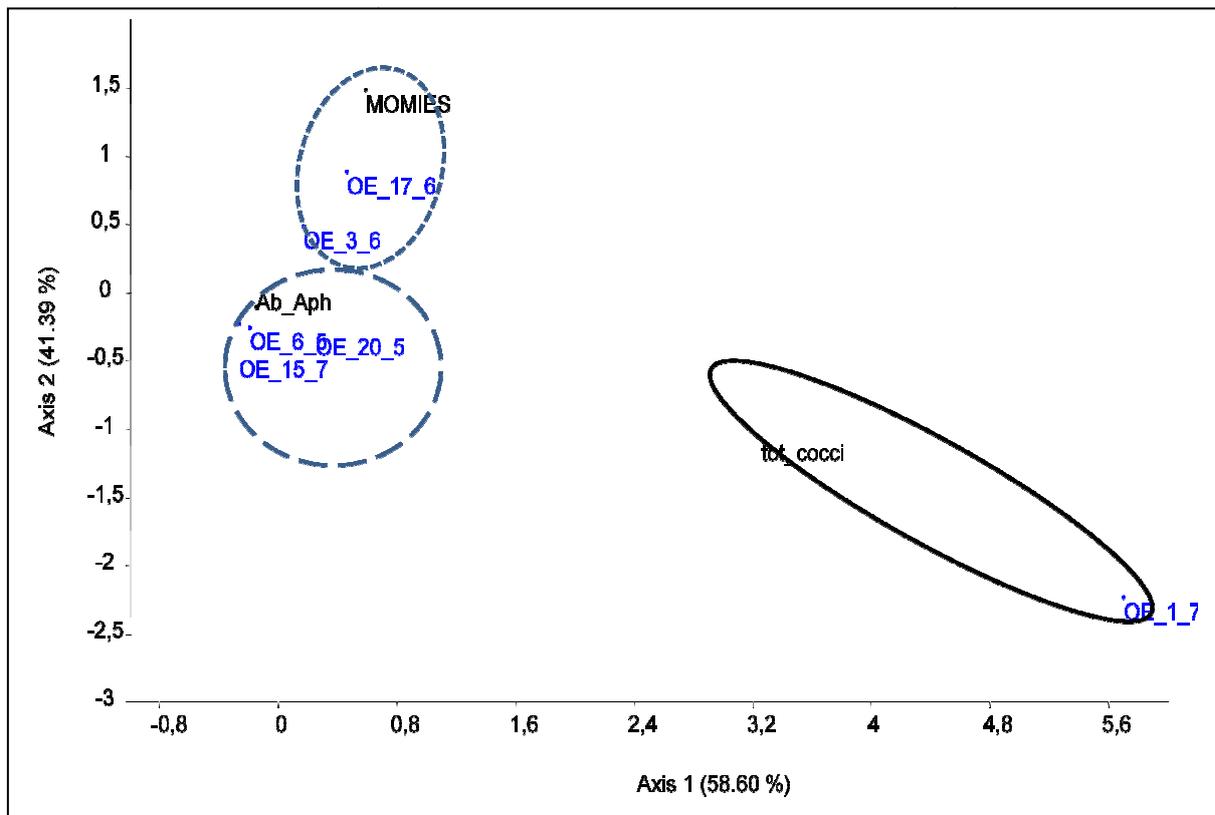
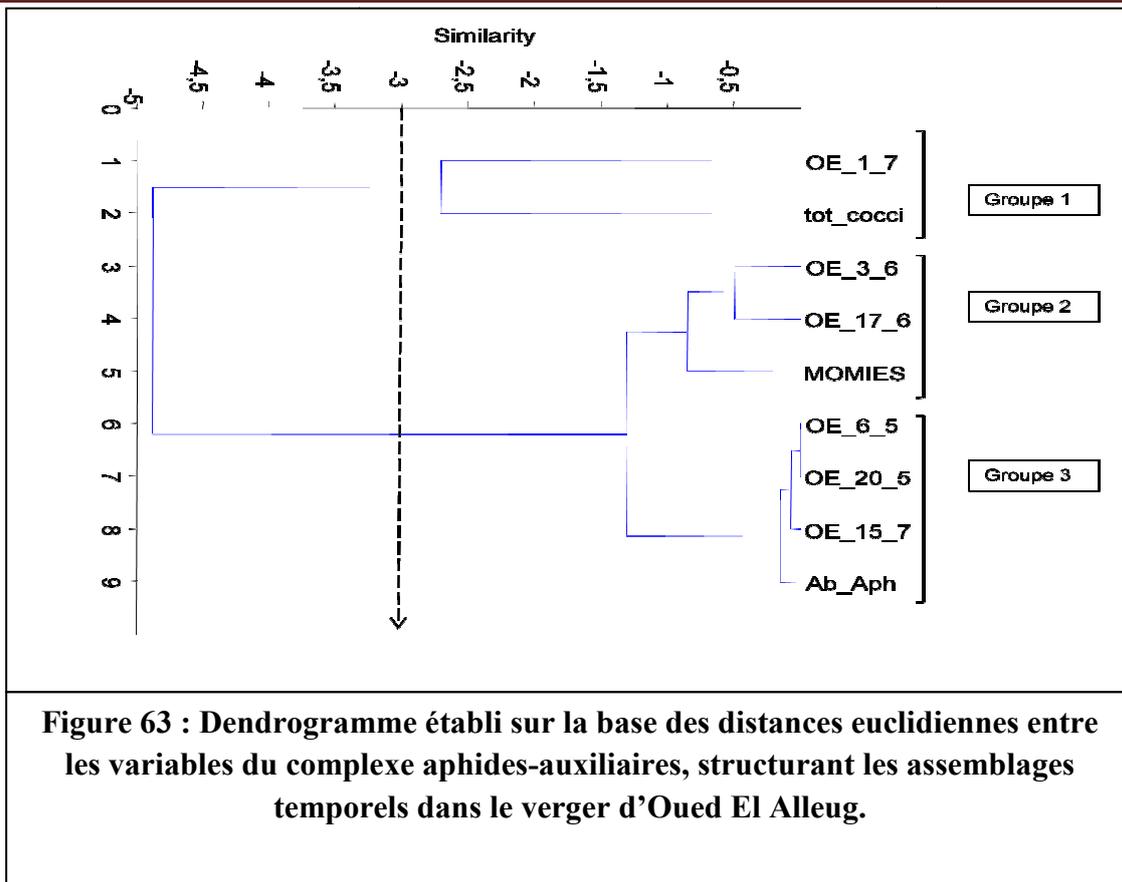
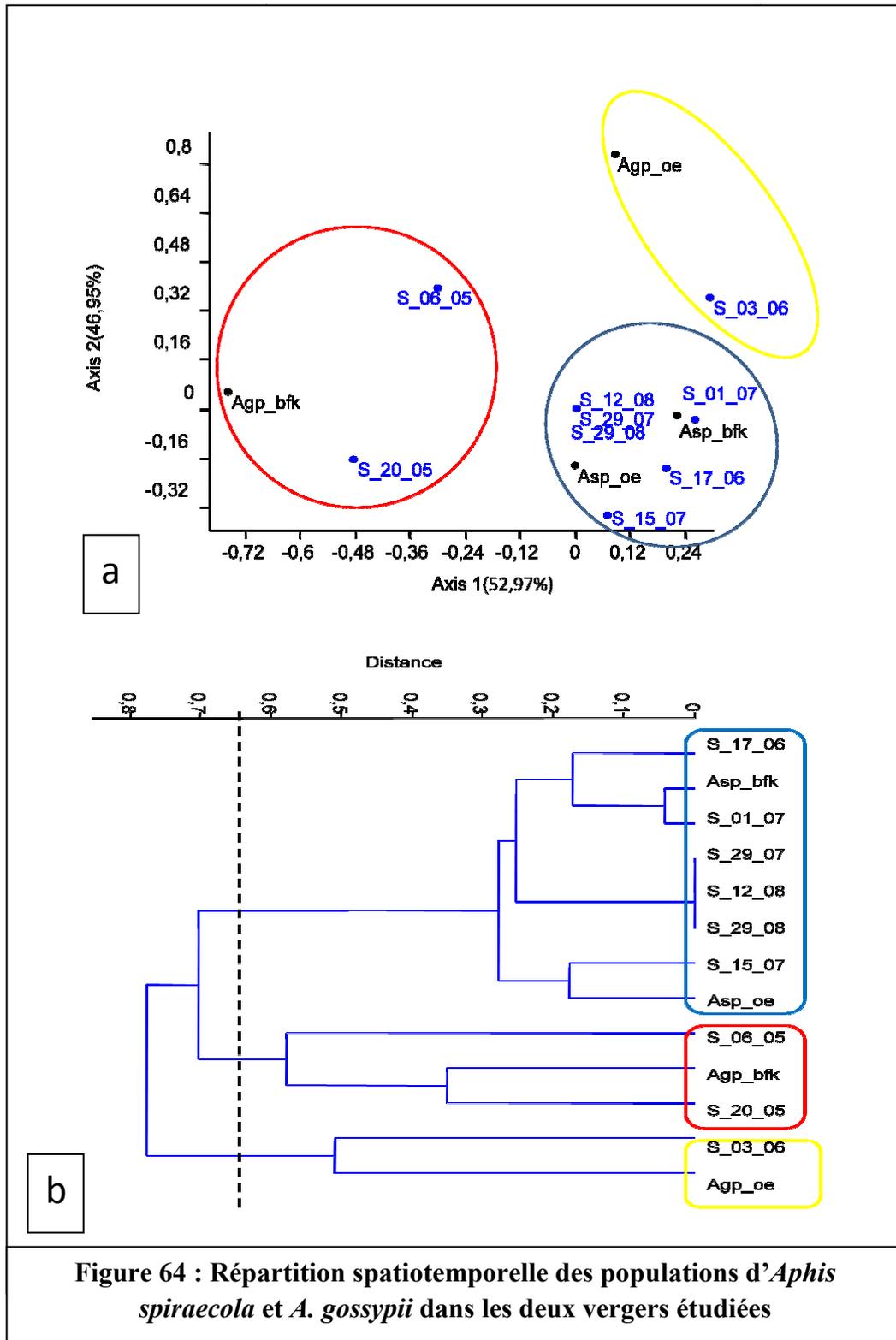


Figure 62 : Structuration spatiotemporelle du complexe aphides auxiliaires dans le verger d'Oued El Alleug.



5.1.4. Occurrence comparée des populations d'*Aphis spiraecola* et *A. gossypii* dans les deux vergers.

Sur les pousses du clémentinier, les populations d'*Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii* cohabitent. Nous avons estimé les pourcentages des populations séparément. Une analyse factorielle des correspondances suivie du dendrogramme des groupes de variables établis sur la base des distances euclidiennes comme mesure de similitude peuvent nous renseigner comment se distribuent les populations, (**figure 64 a et b**).



L'ACP et la CAH font ressortir 3 groupes

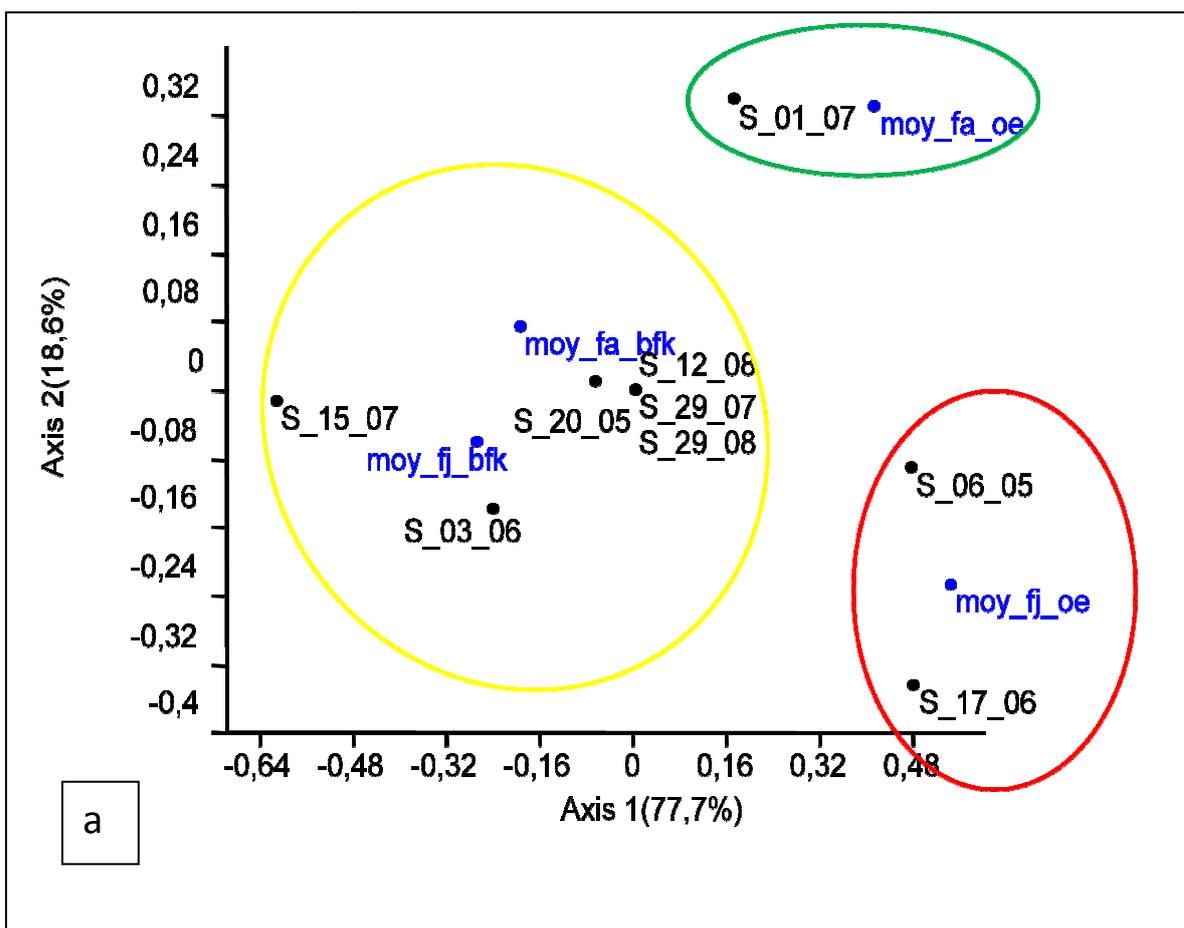
Le 1^{er} groupe représente les populations d'*Aphis spiraecola* qui sont très abondants durant la majorité des sorties dans les deux vergers étudiés.

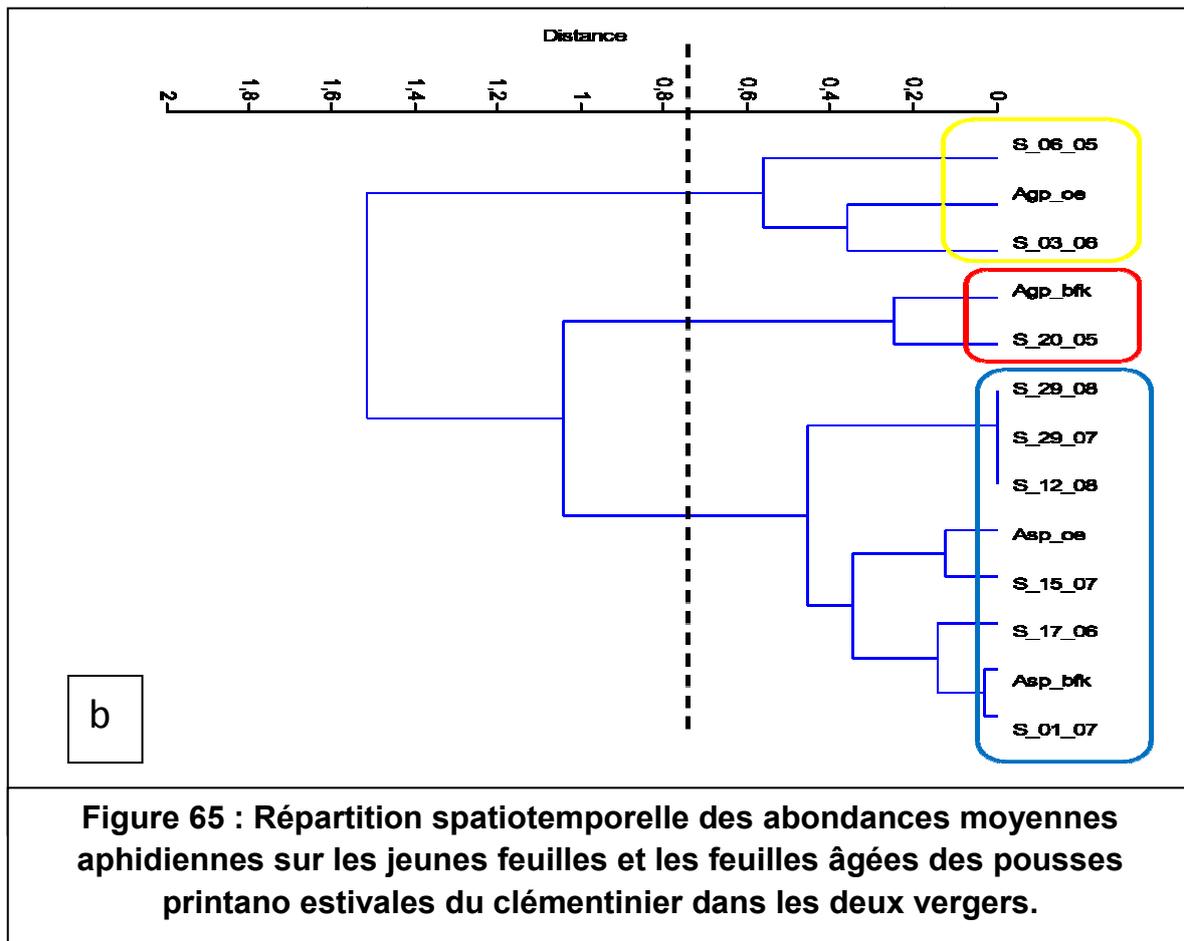
Le 2^{ème} groupe est caractérisé par l'abondance des populations d'*Aphis gossypi* durant le mois de mai dans le verger de Boufarik "le 06_05 et le 20_05"

Le 3^{ème} groupe est caractérisé par l'abondance des populations d'*Aphis gossypi* dans une seule sortie dans le verger d'Oued Alleug "le 03_06".

5.1.5. Distribution des populations aphidiennes au niveau des pousses du clémentinier dans les deux vergers

La distribution des populations aphidiennes au niveau des pousses du clémentinier dans les deux vergers selon leur installation sur les feuilles jeunes ou les feuilles a été analysé à travers une analyse des correspondances et une classification hiérarchique (figure 65 a et b).





L'AFC et la CAH font ressortir 3 groupes :

Le 1^{er} groupe est caractérisé par l'abondance moyenne des pucerons au niveau des feuilles âgées et des feuilles jeunes durant toutes des sorties dans le verger de Boufarik.

Le 2^{ème} groupe est caractérisé par l'abondance moyennes des pucerons sur les feuilles âgées dans le verger d'Oued alleug "sortie de 01_07"

Le 3^{ème} groupe est caractérisé par l'abondance moyennes des pucerons sur les jeunes feuilles dans le verger d'Oued alleug dans deux sorties "le 06_05 et le 17_06"

5.2. Résultats des observations des captures de l'entomofaune circulante par pièges jaunes à eau et englués dans les vergers de clémentinier à Oued El Alleug et Boufarik.

5.2.1. Analyse spatiotemporelle globale de la répartition des auxiliaires prédateurs dans les deux vergers étudiés

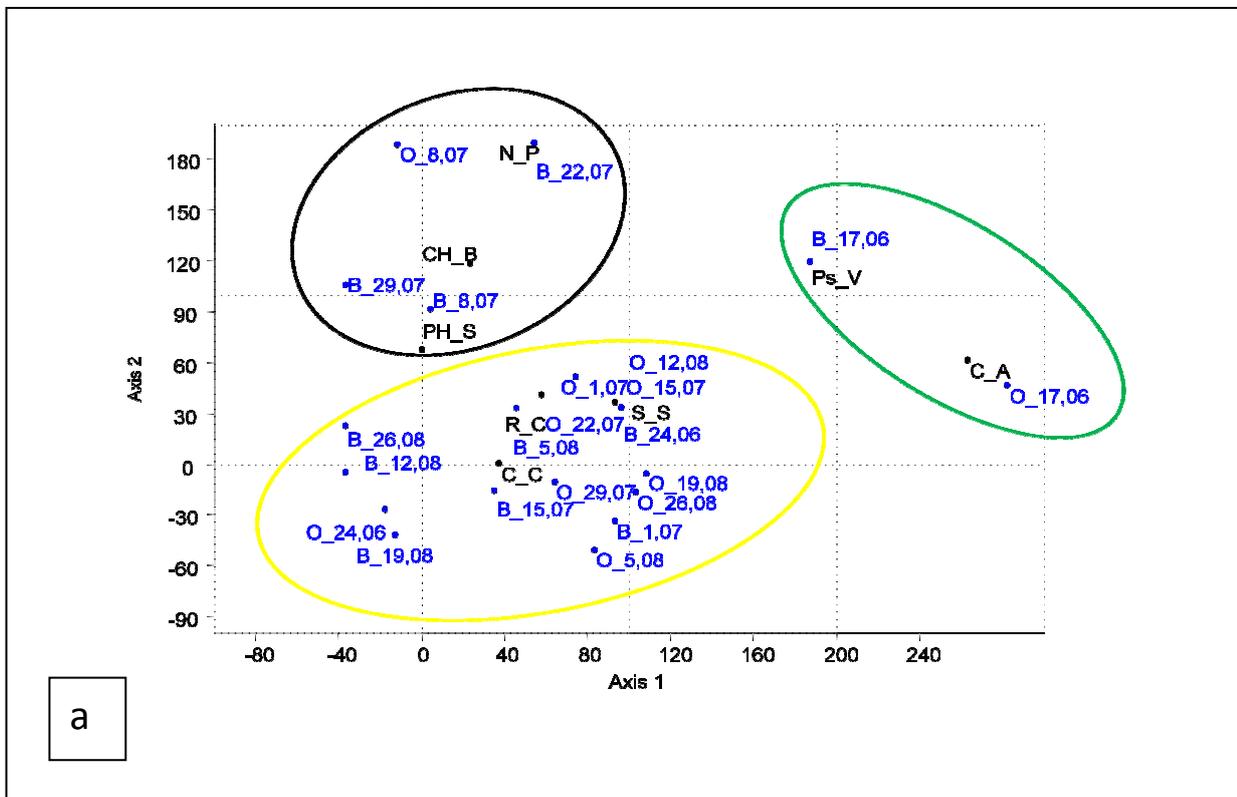
Les résultats de l'identification des prédateurs récoltés à travers les pièges jaunes à eau ont permis de mettre en évidence les espèces de coccinellidae prédatrices suivantes : *Rodolia (Novius) cardinalis* (R_C), *Scymnus (Pullus) subvillosus* (S_S), *Chilocorus bipustulatus* (CH_B), *Crysoperla carnea* (C_C) , *Pharoscymnus*

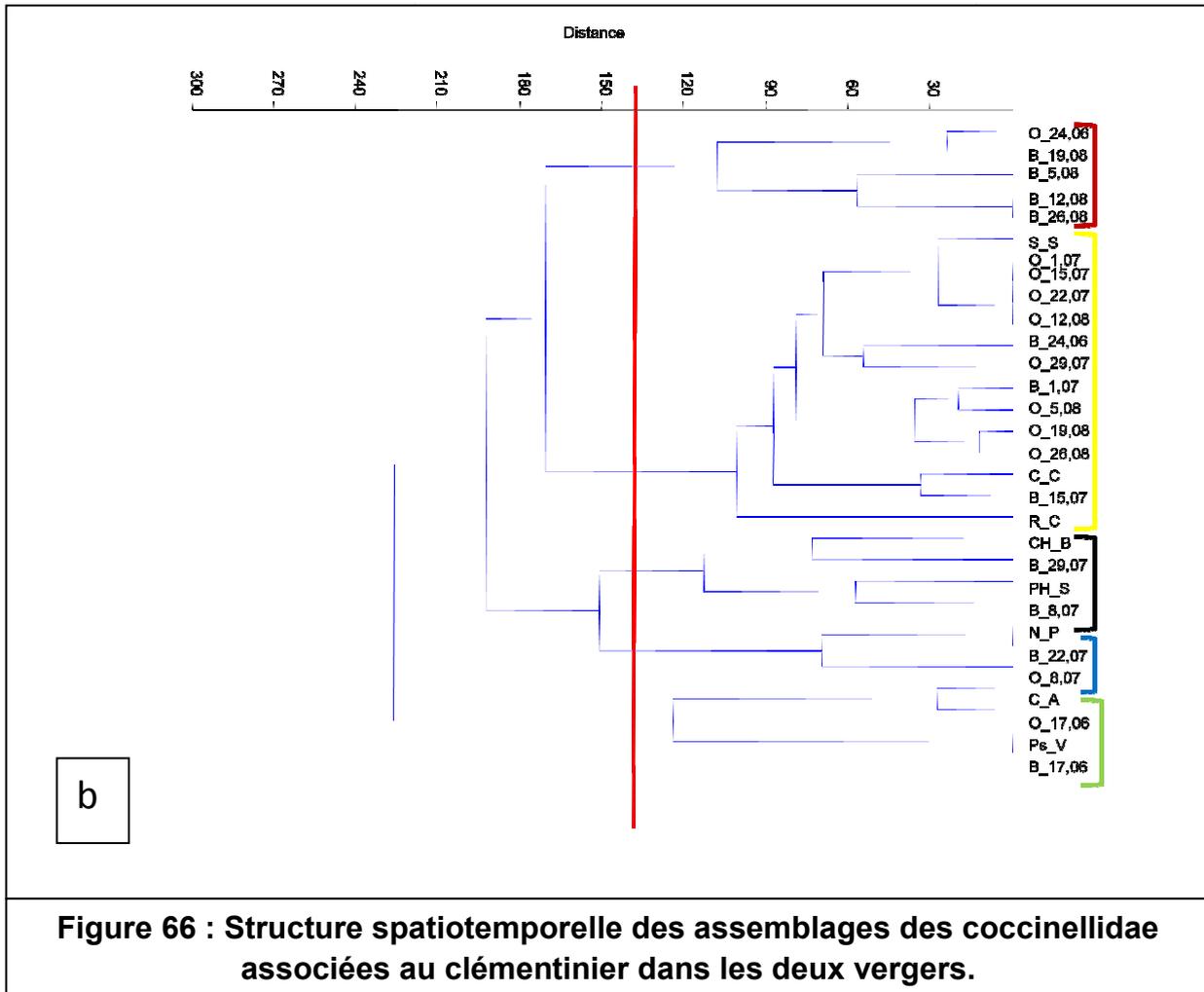
setulosus (PH_S), *Clitostethus arcuatus* (C_A) , *Psyllobora vigintiduopunctata* (Ps_V) , *Nephus peyerimhoffi* (N_P).

Les figures 66 a et b nous montrent la distribution des assemblages de prédateurs ainsi que les groupes d'aphidiphages organisés dans les deux vergers. Le 1^{er} groupe (jaune) nous montre que les espèces *Scymnus (Pullus) subvillosus*, *Rodolia (Novius) cardinalis*, *Crysoperla carnea* sont présentes durant la plupart des dates d'échantillonnage à Oued alleug (09 sorties) et (07) sorties à Boufarik.

Le 2^{ème} groupe (noire) est caractérisé par l'abondance de 03 espèces : *Nephus peyerimhoffi*, *Chilocorus bipunctatus*, *Pharoscymnus setulosus* présentes seulement dans le verger de clémentinier étudié à Boufarik au courant de tout le mois de juillet (08/07, 22/07 et le 29/07).

Le 3^{ème} groupe (vert) est caractérisé par la présence de 2 espèces (*Clitostethus arcuatus* et *Psyllobora vigintiduopunctata*) rencontrées une seule fois (à Boufarik et Oued El Alleug) vers la mi juin (le 17/06).





5.2.2. Richesses totale et spécifique de l'entomofaune auxiliaire circulante dans les deux vergers

Le tableau 11 met en évidence les principales espèces capturées par les pièges jaunes englués durant la première quinzaine du mois de juin.

Tableau11 : Les principales espèces capturées par les pièges jaunes englués durant la première quinzaine du mois de juin.

Ordre	Famille	Espec	Régime alimentaire
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linné, 1758)	prédateur
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linné, 1758)	Aphidiphages
		<i>Coccinella algerica</i> (kovar, 1977)	Aphidiphages
		<i>Semiadalia notata</i> (Laicharting, 1781)	Aphidiphages
		<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)	Aphidiphages
		<i>Thea vigintiduopunctata</i> (Linné, 1758)	Mycophages (Mange les champignons (oidiums))
		<i>Hyperaspis sp.</i>	Aphidiphages
		<i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant, 1846)	Aphidiphages
		<i>Scymnus interruptus</i> (Goeze, 1777)	Aphidiphages
		<i>Epilachna chrysomelina</i> (Fabricius, 1775)	Phytophages
		<i>Adalia bipunctata</i> (Linné, 1758)	Aphidiphages
		<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linné, 1758)	Coccidiphages
		Hymenoptera	Formicidae
<i>Cataglyphis bicolor</i> (Fabricius, 1793)	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Camponotus sp1.</i>	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Camponotus sp2.</i>	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier, 1792)	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Aphaenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849)	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Tapinoma sp.</i>	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		
<i>Aphaenogaster</i>	Miellat et quelques insectes (Polyphages)		

		<i>spinosa</i> (Emery, 1878)	
		<i>Aphaenogaster sardoa</i> (Mayr, 1853)	Miellat et quelques insectes (Polyphages)
		<i>Camponotus barbaricus</i> (Emery, 1905)	Miellat et quelques insectes (Polyphages)
Ichneumonidae		<i>Ophion sp.</i>	Parasites des chenilles
		<i>Ichneumonidae esp. 1 ind.</i>	Parasites des chenilles
		<i>Ichneumonidae esp.2 ind.</i>	Parasites des chenilles
Apidae		<i>Apis mellifera</i> (Linné, 1758)	Nectariphage (Mange - Nectar, Miellat)
		<i>Bombus sp.</i>	Nectariphage (Mange - Nectar, Miellat)
		<i>Bombus ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	Nectariphage (Mange - Nectar, Miellat)
		<i>Bombus terrestris</i> (Linné, 1758)	Nectariphage (Mange - Nectar, Miellat)
Anthophoridae		<i>Anthophora sp.</i>	Nectariphage (Mange - Nectar, Miellat)
Braconidae		<i>Phanerotoma sp.</i>	Parasites des chenilles
		<i>Braconidae 1 esp. ind.</i>	Parasites des chenilles
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	Aphidiphages
		<i>Chrysoperla affinis</i> (Stephens. 1836)	Aphidiphages
		<i>Chrysoperla sp.</i>	Aphidiphages
		<i>Chrysopidae 1 esp.ind.</i>	Aphidiphages
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	Aphidiphages
		<i>Syrphus corollae</i> (Fabricius, 1794)	Aphidiphages
		<i>Syrphus sp.</i>	Aphidiphages
		<i>Syrphidae esp 1 ind</i>	Aphidiphages
		<i>Syrphidae esp. 2 ind</i>	Aphidiphages
		<i>Syrphidae esp.3 ind.</i>	Aphidiphages

5.3. Discussions

Ce travail se penche, spécialement, sur les relations plantes hôte-insectes ravageurs -auxiliaires afin de cerner les exigences d'installation primaire et les facteurs du succès reproducteur sous l'incidence des variations de la composition phytochimique foliaire synthétisés durant les poussées de sève du clémentinier en relation avec les abondances des pucerons et de leurs auxiliaires aphidiphages.

Dans une région donnée, l'adaptation des pucerons aux conditions particulières du milieu peut se traduire par de nombreuses variantes au niveau des phases du cycle (DEDRYVER, 1982). D'un point de vue général, les aphides possèdent trois caractéristiques marquées : ils sont paurométaboles, plurivoltins. Leur cycle évolutif est hétérogonique, caractérisé par l'alternance entre une génération amphisexuelle (comportant des mâles et des femelles fécondables) et une ou généralement plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites) (SAUVION, 1995) donc ce sont les formes de femelles à reproduction parthénogénétique, qui sont à l'état adulte soit ailées, soit aptères. Ces dernières ont un rôle essentiellement reproductif, alors que les ailées assurent d'abord la dispersion des colonies (MIYAZAKI, 1987).

Les facteurs de croissance et/ou de régression (biotiques et abiotiques) agissant sur les populations de pucerons, sont très variables et ils s'interagissent entre eux en même temps.

Les variations climatiques agissent sur le développement phénologique de la plante et par conséquent sur la biologie de pucerons. En effet, les populations d'insectes ravageurs sont fortement influencées par les conditions de culture de leurs plantes hôtes ainsi par d'autres facteurs du milieu qui agissent de manière directe : notamment, la température et l'humidité relative qui ont un impact direct sur l'activité de l'insecte, sa survie et son développement (FLEMING et VOLNEY, 1995, HODGES *et al*, 2003 ; PREMACHANDRA *et al.*, 2004 ; SIMELANE, 2007).

L'augmentation de la température joue également un rôle sur les cortèges de parasites et prédateurs des insectes ravageurs (MATTSON et HAACK, 1987, SKIRVIN *et al*, 1997). La température influe sur la durée de développement, la fécondité, la longévité de pucerons et la détermination de l'envol des ailés, elle est optimal à 24°C. Par contre, les extrêmes peuvent être un facteur létal important; à laquelle aucun puceron n'émet plus de larves viables et à laquelle sa propre survie est minimale. La survie des pucerons aux températures extrêmes dépend par ailleurs de la durée d'exposition, (**LECLANT, 1978 et 1982**).

L'humidité relative de l'air peut faciliter ou inhiber le vol des ailés et favoriser le développement des champignons Entomophthorales (**LECLANT, 1976**). Les précipitations interviennent par leur durée, intensité et le moment où elles se produisent, en empêchant ou non le vol ou en agissant directement sur les aptères en les délogeant des feuilles sur lesquelles ils se trouvent. Par contre une pluie fine et de

faible intensité n'empêche pas le vol des ailés, mais elle agit indirectement en favorisant l'apparition des mycoses entomophthorales (ROBERT, 1982).

La vitesse et la direction du vent déterminent les aptitudes des pucerons quand ils se déplacent à plus ou moins grande distance et modifient la distribution verticale et horizontale des individus sur les plantes à contaminer (ROBERT, 1982). La durée d'insolation favorise les possibilités d'envol des pucerons. Un temps ensoleillé active le vol selon le même auteur

Parmi les facteurs biotiques, on peut mentionner les mécanismes intraspécifiques pour l'autorégulation : soit par la formation d'ailés, sous l'action de l'effet de groupe et/ou une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève. Le départ des ailés entraîne dans l'immédiat une régression naturelle des populations du fait d'une production globale plus intensive de nouvelles larves (ROBERT, 1982). Soit par la modulation du poids, sous l'effet direct du comportement agrégatif intraspécifique et aussi l'effet indirect de la modification de la nourriture par les prélèvements de sève, qui entraînent la modulation de la fécondité des adultes (ROBERT, 1982). Soit en plus par un aspect compétitif : HERMOSO DE MENDOZA et MORENO ont constaté que *Aphis spiraecola* Van Der Goot, domine généralement *Aphis gossypii* Glover sur les citrus, conduisant à la production d'insectes de plus petite taille et de moindre fécondité par suite d'une limitation des ressources (DEGUINE et LECLANT, 1997).

ROITBERG et PROKOPY, (1983) mentionnent que la réduction de la survie peut être engendrée par un partage des ressources les plus efficaces conduisant à une compétition interspécifique soit pour l'espace, soit pour les ressources nutritives, entre les espèces afin d'assurer leur maintien. En effet, les populations naturelles constituent des systèmes complexes dont les propriétés dépendent et évoluent en fonction des paramètres biotiques et abiotiques de leur habitat et une densité dépendante des ressources alimentaires engendrant une compétition pour ces ressources entre autres l'augmentation du risque de compétition intraspécifique de la progéniture.

Dans la région d'Oued El Alleug, l'évolution des populations aphidiennes étudiées s'est caractérisée en 2010-2011 par des fluctuations importantes des effectifs des différentes formes biologiques. Les résultats sur la structuration et la dynamique des populations d'*Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii* sur le clémentinier en Mitidja Centrale ont montré des corrélations interstades avec des probabilités hautement significatives et positives durant les trois poussées de sève MOSTEFAOUI (2009).

Les interactions étudiées entre les abondances des formes biologiques aphidiennes proies et celles des stades larvaires et adultes de leurs entomophages ont été expliquées par des corrélations de Pearson qui sont très hautement significatives, notamment entre tous les stades biologiques des deux pucerons et les adultes et les larves de coccinelles et des cécidomyies, et des corrélations marginales pour les prédateurs *chrysopidae* ou les parasitoïdes. D'après BENZIANE et al., (2003) trois principales espèces de pucerons ont été identifiées sur les clémentiniers. Il s'agit par

ordre d'importance de: *Aphis spiraecola (citricola)*, *Toxoptera aurantii* et *Aphis gossypii*.

L'infestation des pucerons sur les jeunes feuilles pourrait être liée à une plus grande disponibilité de l'azote dans le phloème (WALTER et DIFONZO, 2007). Dès l'insertion de leurs stylets dans les tissus végétaux, les pucerons effectuent des prélèvements de contenu tissulaire qui leur permettent d'identifier les propriétés physico-chimiques de la plante et d'évaluer ainsi sa compatibilité alimentaire (SILBERSTEIN et al, 2003). Les plantes pérennes étant cultivées plusieurs années de suite, les populations de pucerons peuvent demeurer sur l'hôte et s'y multiplier durant de nombreuses générations. Du fait de la variabilité temporelle plus faible des cultures pérennes, les pucerons sont soumis à des contraintes environnementales et écologiques moins variées et à une pression de sélection en faveur d'une forte variabilité génétique moins importante, permettant aux lignées asexuées (parthénogénétiques) de s'y maintenir et de bénéficier de l'avantage démographique considérable conféré par ce mode de reproduction. En revanche, une étape de la sélection de la plante hôte s'effectue pour toutes les espèces de pucerons directement sur la plante (DEGUINE and LECLANT 1997).

Les interactions environnementales entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques (la plante, le ravageur et l'ennemi naturel) (SYMONDSON et al., 2002).

Les pucerons peuvent détecter les odeurs émises par les plantes grâce à leurs antennes (Storer et al., 1996). De plus, les substances volatiles émises en surface des plantes peuvent influencer les processus d'acceptation par les aphides (Pickett et al., 1992). D'après Paré et Tumlinson (1999), les quantités de composés volatils diffusés par les plantes sont augmentées suite à l'attaque d'insectes phytophages, et la composition de ce bouquet odorant est spécifique du couple plante-insecte phytophage. Les substances volatiles interviennent également en tant que défenses indirectes pour la plante en attirant des insectes prédateurs ou parasitoïdes des pucerons. Cela a été vérifié pour la coccinelle prédatrice *Coccinella septempunctata* (Ninkovic et al., 2001), les larves et les adultes prédateurs d'*Adalia bipunctata* (Francis et al., 2004), *Episyrphus balteatus*, une autre espèce aphidiphage (Francis et al., 2005) et le parasitoïde *Aphidius ervi* (Du et al., 1998).

Chez les plantes supérieures, elles jouent essentiellement un rôle de défense naturelle et sont concentrées plus particulièrement dans les tissus de réserve, mais aussi dans les racines, les feuilles et la tige (Van Damme et al., 1997). Harmel et al., (2008) ont mentionné que l'utilisation des lectines est arrivé sur le devant de la scène publique à cause des effets négatifs supposés sur les ennemis naturels des insectes se nourrissant de ravageurs intoxiqués par des lectines. Couty et al. (2002) ont depuis montré que la lectine de perce-neige, *Galanthus nivalis* agglutinine, n'a aucun effet sur la mortalité et sur les performances d'apprentissage des hyménoptères, bien qu'un effet indirect sur le développement des parasitoïdes de pucerons *A. ervi* et *Aphelinus abdominalis* soit dû à la réduction de taille et/ou à la mortalité précoce des pucerons. Cette lectine n'a pas d'effet délétère sur *A. bipunctata* (Down et al., 2003).

Les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux sémiouchimiques émis par les plantes attaquées mais aussi à ceux libérés par les ravageurs. Les auxiliaires sont également attirés par des kairomones de faible volatilité (rejets métaboliques ou sécrétions glandulaires) et déposées par leurs proies/hôtes sur le végétal, (SHONOUDA et al., 1998).

Ainsi, le miellat excrété sur les feuilles de la plante hôte et riche en sucres et en acides aminés, constitue une source de nourriture pour de nombreux auxiliaires, il agit également comme une kairomone volatile et de contact. D'une part, les composés volatils issus du miellat guident les auxiliaires vers une source de nourriture, de proies ou d'hôtes mais stimulent aussi certains comportements de recherche, de localisation et d'attaque des proies, mais aussi d'oviposition (LEROY et al., 2009).

La perception du miellat a été démontrée pour les larves de *Coccinella septempunctata* (CARTER et DIXON, 1984), et les adultes, qui en présence de miellat, déposent beaucoup plus d'œufs (Evans et Dixon, 1986). De nombreuses recherches portent sur l'impact de coccinelles (*Coleoptera : Coccinellidae*) sur les pucerons (IPERTI 1983 ; DIXON et al.1997 et SAHARAOUI et HEMPTINNE, 2009, BEN HALIMA KAMEL et al., 2011). Selon CHIA CHU et SHUI CHEN (1971), la voracité des coccinelles diffère en fonction des espèces de ces dernières et de celles des cibles. L'espèce de cécidomyiide *Aphidoletes aphidimyza*, les larves de syrphides (*Diptera : Syrphidae*), par exemple, sont extrêmement voraces et constitueraient d'excellents aphidiphages (CHAMBERS, 1988 ; VINCENT et CODERRE, 1992) . Des Neuroptères de la famille des Chrysopidae se sont également montrés efficaces pour combattre des pucerons tels que *M. persicae* et *A. gossypii*, (LYON, 1979 ; NEW, 1988 ; PAULLIANE, 1999). Parmi les parasitoïdes, on peut citer *Aphidius colemani* qui peut parasiter 40 espèces de pucerons dont *Myzus persicae* et *Aphis gossypii*, (LECLANT, 1996 ; MALAIS et RAVENSBERGW, 1993 ; LECOQ, 1996).

Ces auxiliaires jouent le rôle le plus évident, mais leur efficacité est variable d'une saison à l'autre, d'une année et d'une région à l'autre (ROBERT, 1982) et selon l'abondance des populations qui est en relation avec le niveau des ressources trophiques (HEMPTINNE et al., 1990). La régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages. Ceux-ci doivent également être capables de se développer leurs capacités de prédation sur de faibles effectifs de la proie (DOUTT et al., 1999).

La contribution de chaque espèce d'un groupe dépend de plusieurs facteurs liés au comportement du prédateur, aux pullulations et densités de la proie, à la méthode de lutte utilisée, à la strate herbacée et aux conditions climatiques. D'après SMAILLI et al., (2010), *C.bipustulatus*, *A.decempunctata*, *R. cardinalis*, *H. variegata*, *Coccinella septempunctata* et *S. punctillum* sont les espèces aphidiphages les plus rencontrés sur agrumes dans la région du Gharb au Maroc. Les espèces et variants de coccinelles évoluant dans les vergers d'agrumes sont utiles et leur sauvegarde revêt un caractère important. Celles qui sont reconnues efficaces peuvent être élevées et lâchées dans le cadre de lutte biologique augmentative des espèces indigènes, selon ces mêmes auteurs.

Selon SAHARAoui et HEMPTINNE (2009), *Chilocorus bipunctatus*, *Pullus subvillosus*, *Nephus peyerimhoffi* et, à un moindre degré, *Clitostethus arcuatus* et *Pharoscyrnus setulosus* sont omniprésentes sur agrumes. En revanche, *Rodolia cardinalis*, *Mimopullus mediterraneus* et *Lindorus lophantae* sont régulièrement présentes mais peu abondantes. Les années 2003 et 2004 ont été très favorables aux coccinelles en raison de bonnes conditions climatiques et de l'abondance de la nourriture: celle-ci a été favorisée par une végétation fraîche exubérante, générée par la pratique des cultures intercalées et les irrigations estivales. L'inverse a été constaté depuis 2005, date à laquelle les vergers ont été progressivement abandonnés. La majorité des coccinelles se reproduit aux dépens des pucerons de la première poussée de sève, de la fin avril au début de juin. Néanmoins, *P. subvillosus* et *C. bipunctatus* commencent à pondre un peu plus tôt, généralement vers le début avril. La densité des coccinelles augmente avec celle de leurs proies. Une grande diversité d'ennemis naturels cohabite et partage la même nourriture avec les coccinelles. Ce sont principalement des aphidiphages avec 12 espèces appartenant à six familles: Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Cecidomyiidae, Anthocoridae et Aphelinidae. Les Coccinellidae et les Anthocoridae sont dominants avec, respectivement, 48,1 % et 31,3 % du peuplement des ennemis naturels des pucerons.

D'après (DARTIGUES, 1992), sur orangers au printemps, le pourcentage de colonies d'aphides détruites est en corrélation avec l'évolution numérique des prédateurs. Les Syrphes, principalement *Epistrophe balteata*, constituent 26 % des prédateurs quand le nombre des aphides commence à diminuer. Etant donné leur grande voracité et leur intervention précoce, les Syrphes jouent le rôle majeur dans cette régulation. Les Cécidomyies sont les plus nombreuses (58%), mais comme les Scymnini, leur voracité est faible et leur intervention est tardive

Les méthodes d'intervention en lutte biologique impliquant l'utilisation de coccinelles peuvent être classées en trois grandes catégories (SAHARAoui, 2008).

- L'introduction d'espèces exotiques à un écosystème.
- Le lâcher massif d'individus indigènes provenant d'élevages industriels.
- La manipulation des agro écosystèmes afin d'attirer ou de conserver les espèces locales.

Dans le cadre des vergers dont la culture est pérenne et les essences sont peu diversifiées, les haies ont été étudiées en relation avec la manipulation des agrosystèmes pour la conservation des auxiliaires. Différents auteurs ont démontré leurs intérêts qui semblent liés à l'ensemble de la plante (tiges, feuilles, fleurs) :

Concernant les syrphes, le nectar des fleurs procure l'énergie nécessaire au vol et le pollen conditionne la fécondité des femelles (Hickman et al, 1994 ; Mercier, 2005). La présence d'Astéracées engendre une fréquence plus importante de Syrphes (Cousin et al, 2000). Plusieurs hyménoptères parasitoïdes se nourrissent de préférence du nectar de certaines ombellifères (Duval, 1993 ; Garcin et al, 2003). Enfin, les fleurs de composées servent de source de glucides (nectar) pour les larves de chrysopes (Downes, 1974).

La spécificité des coccinelles n'est pas seulement alimentaire. Les espèces se répartissent en fonction de différentes strates que forme le couvert végétale : plantes basses et leurs fleurs, arbustes, arbres, (Iperti, 1983).

Concernant les familles qui parasitent les pucerons, elles appartiennent au sous ordre des Apocrites où on peut citer les Ichneumonides, Brachonides et Aphelinides. Ces Hyménoptères insèrent un œuf dans le corps du puceron. La larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (**Reboulet, 1999**). Ces parasitoïdes sont inféodés à un ou quelques hôtes et sont donc très spécifiques.

Ce sont une spécificité d'hôte élevée, une durée de génération courte, une bonne synchronisation phénologique avec son hôte et enfin une fertilité élevée qui confèrent au parasitoïde une efficacité potentielle intéressante en lutte biologique (**Freuler et al, 2001**). Afin de maintenir une biodiversité favorable aux auxiliaires, la dynamique des populations, les cycles biologiques, l'habitat lui même et l'alimentation des ravageurs et des auxiliaires sont des facteurs importants à prendre en considération.

L'intensité de l'activité des entomophages (prédateurs et parasitoïdes) en relation avec leurs abondances et leur coïncidences temporelles avec les populations aphidiennes dans les canopées dans les vergers de clémentinier étudiés pourrait être expliquée par l'incidence des Formicidae dans les colonies de pucerons. Nous avons en effet observé une très faible occurrence des espèces d'auxiliaires au sein des arbres échantillonnés.

Les fourmis, de part leur rôle écologique au sein des écosystèmes, ont développé des relations de mutualisme avec de nombreux organismes. La relation développée avec des herbivores de l'ordre des Homoptères et plus particulièrement les pucerons a été bien étudiée. Divers bénéfiques pour les pucerons ont ainsi été mis en évidence, et il semble que la protection contre les ennemis naturels soit le bénéfice majeur retiré de cette association. Cependant, quelques ennemis naturels, surtout parmi les parasitoïdes, ont été identifiés comme étant capables d'exploiter les colonies de pucerons malgré la présence de fourmis par des mécanismes physiologiques, morphologiques ou comportementaux.

L'ensemble de ces ennemis naturels est divisé en trois guildes distinctes en fonction de leur comportement de prédation selon GUENARD (2007).

Il s'agit des prédateurs actifs qui déclenchent des réactions défensives chez leurs proies et dont les mouvements sont rapides, les prédateurs furtifs qui ne déclenchent pas de réaction défensive chez leur proie et dont les mouvements sont réduits, et enfin les parasitoïdes. Selon cet auteur, les prédateurs furtifs et les parasitoïdes seront dominants au sein des colonies entretenues. L'exclusion des prédateurs actifs par les fourmis semblerait privilégier les ennemis naturels plus vulnérables comme les prédateurs furtifs ou les parasitoïdes.

Il semble que la dominance écologique des communautés de fourmis peut être corrélée à l'accès aux ressources riches en hydrates de carbone (**Holway et al. 2002**). Les espèces de fourmis dites prédatrices complètent leur diète carnivore par des cadavres et/ou par des sécrétions d'Homoptères: le miellat (**Carroll et Janzen 1973**).

Chapitre 1 : Considérations générales sur la plante hôte *Citrus clementina*

1.1. Origines et répartitions des agrumes dans le monde :

Le mot agrume, d'origine Italienne est un nom collectif, qui désigne les fruits comestibles et par extension, les arbres qui les portent, appartenant au genre *Citrus*.

Selon **LOUSSERT (1985)**, les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique ou leur culture se confond avec l'histoire des civilisations chinoises, car ces derniers furent attirés par le parfum et la couleur des huiles essentielles des feuilles, des fleurs et des fruits. C'est avec le rayonnement des civilisations chinoises et Indous, que la culture d'agrumes commença à se propager à l'ensemble des pays du sud-est asiatique, le sud du Japon et l'archipel de Malaisie. Les portugais introduisaient l'oranger en Méditerranée aux environs de l'an 1400 bien après le voyage de Marco Polo en chine (1287) et c'est à partir du bassin méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusés dans le monde (**LOUSSERT ,1989**).

Les navigations arabes, les propagent sur la côte orientale de l'Afrique jusqu' au Mozambique. Christophe Colomb en 1493 les introduit à Haïti, l'île des mères des caraïbes à partir de laquelle la diffusion se fera vers le Mexique (1518), puis les Etats unit d'Amérique (1560 à 1890). Enfin ce sont les Anglo-Hollandais qui en 1654 introduisent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du Sud. (**PRALORAN, 1971 LOUSSERT, 1989**)

1.2. Importance économique :

1.2.1. Dans le monde :

La production mondiale d'agrumes se situe autour de 100 Millions de tonnes (MT), dont 60 MT sont consommés localement en frais, 30 MT sont destinés à la transformation et 10 MT à l'exportation. La production mondiale d'agrumes comprend 62 MT d'oranges (Navel, Maltaises, sanguines, Valencia late...) 22 MT de petits fruits (Satusma, Clémentines, Mandarines, Wiking...), 12 MT de limons (Citrons, Limes) et 12 MT de pamplemousses. Dans la région méditerranéenne, 16 à 17 MT sont produites par les 12 pays membres du Comité de Liaison des Agrumes Méditerranéens (CLAM), (**Anonyme, 2010**)

Les plus importants producteurs d'agrumes du bassin méditerranéen par ordre décroissant sont : l'Espagne, l'Italie, l'Egypte, la Turquie, le Maroc, la Grèce, l'Algérie, la Tunisie, le Chypre, le Liban et le Portugal. Les premiers pays producteurs d'agrumes dans le monde sont indiqués dans le tableau n°1. Au vu de ces chiffres, la production de ces pays avoisine les 90 millions de tonnes en 2000. D'après le même tableau on remarque que les agrumes sont cultivés sur les cinq continents (Amérique, Europe, Océanie, Asie et Afrique).

Les Etats Unis produisent à eux seuls près de 16 millions de tonnes de la production mondiale, alors que le Brésil a détrôné les Etats - Unis avec 17 millions de tonnes,

rappelons qu'en 1980 les USA ont atteint une production de 15 million de tonnes tandis que le Brésil a affleuré les 10 millions de tonnes (**LOUSSERT, 1985**).

Tableau n° 1 : Les grands pays producteurs d'agrumes (en milliers de tonnes). (ANONYME, 2001)

Classement	1995-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001
Brésil	18797	17662	197000	17000
Etats-Unis	15279	12334	15748	15682
Chine	8338	8590	10787	9083
Espagne	4994	5265	5625	5471
Mexique	5175	4428	4730	4594
Italie	3138	2373	3215	2725
Egypte	2342	2410	4498	1923
Argentine	2342	2227	2240	-
Japon	1741	1597	1746	1487
Turquie	1612	1597	1826	1482
Autres	22887	22704	22773	-
Total mondial	86919	81187	90887	87952

C'est pour cela que le Brésil et les Etat Unis premiers producteurs mondiaux ont réalisé près de 75% de la production mondiale du jus d'orange commercialisée (**GRIFFON, 2000**).

1.2.2. En Algérie :

L'Algérie est l'un des pays du monde les mieux placés pour la culture des arbres fruitiers. La diversité de ses régions et son climat permet d'envisager les productions les plus élevées, dans les conditions les plus avantageuses, (**ANONYME, 1931**).

Les agrumes sont une source d'approvisionnement en fruit entre les mois de novembre et mai, (**BELLABAS, 2010**). Les terres utilisées pour la culture des agrumes sont parmi les plus riches du pays. Les zones de l'ouest sont rassemblées dans des périmètres irrigués. Au centre, un bon pourcentage est concentré hors des périmètres irrigués, alors que pour l'Est, nous avons une occupation appréciable dans les périmètres de Skikda, Annaba et Guelma. Les terres sont en général à pH élevé sauf pour les zones Est du pays ; Supérieur à 7.5 à l'Ouest, entre 7.2 et 7.5 au centre et de 6.5 à 7 à l'Est.

Les terres sont de constitution assez lourde pour la majeure partie du verger avec un taux d'éléments fins dépassant les 60%. (**BELLABAS, 2010**)

Les agrumes n'occupent que 7,7 % de la superficie des cultures fruitières. Les rendements restent en dessous de la moyenne internationale et plus faible que les rendements de nos voisins méditerranéens. (BELLABAS, 2010).

Tableau02 : Les rendements par régions sont par ordre décroissant. (BELLABAS, 2010)

Au-dessus de 20 t/ha		Entre 15 et 20 t/ha		Entre 10 et 14 t/ha	
Wilaya	rendement	Wilaya	rendement	Wilaya	rendement
Mostaganem	25.5	Relizane	19,4	Annaba	13,9
Boumerdes	23,7	El-Taraf	17,7	Jijel	12,7
Blida	23.4	Tizi-Ouzou	17,3	Bejaia	11,7
médéa	21,6	Alger	17,0	Bechar	10
		Skikda	15,5		
		Chlef	15,5		

1.3. Présentation du clémentinier :

1.3.1. Origine :

C'est en 1902 que TRABUT annonçait la découverte d'une nouvelle variété de mandarine qui se nommait Clémentine. D'après **AUGUST (1954)**, l'origine du clémentinier est **MISSERGHINE (Oran)**. En 1902, le docteur TRABUT indique que le clémentinier serait un hybride de mandarinier et de bigaradier granito, découvert par le père clément qui lui donna son nom. D'après **TRABUT (1926 in, MOUAS, 1987)**, l'origine du clémentinier est l'hybride du mandarinier *Citrus delisiosa* TENOR pollinisée par une variété ornementale de bigaradier *Citrus aurantium* LINNE.

Le bassin méditerranéen est la principale zone de production de la clémentine : l'Espagne, le Maroc et l'Algérie en sont les grands producteurs (**LOUSSERT, 1989**).

1.3.2. Description du clémentinier :

Le clémentinier est un arbre de taille supérieure à la moyenne, plus important que toutes les autres variétés de mandariniers, les rameaux sont fins mais d'un diamètre moyen supérieur à celui des autres mandariniers, Ils sont pratiquement sans épines à feuillage dense et persistant, (**CHAPOT, 1963**). Selon **REBOUR (1966)**, le clémentinier est caractérisé par des fruits semblables à ceux du mandarinier, mais à pépins mono-embryonnés.

1.3.3. Position taxonomique :

La systématique des agrumes est très complexe en effet, le concept d'espèce surtout à l'intérieur du genre *Citrus* n'est pas universel (**CHAPOT, 1963 et VANDERWEYEN, 1983**).

PRALORAN (1971), pense que la classification de **SWINGLE** représente une base suffisante à partir de laquelle il sera possible aux intéressés d'approfondir leur connaissance, mais il semble selon **VANDERWEYEN (1983)**, qu'il est difficile de déterminer l'origine exacte de toute forme observée, si on se base seulement sur ce qui a été dit par **SWINGLE**. La tendance actuelle est la classification de **TAKANA (BLONDEL, 1978 et VANDERWEYEN, 1983)**.

Donc, d'une façon générale, la taxonomie du clémentinier d'après **TAKANA et SWINGLE** est la suivante :

- . Ordre des *Gerniales*
- . Sous ordre des *Gerniineae*
- . Famille des *Rutaceae*
- . Sous famille des *Aurantioidae*
- . Tribu des *Citreae*
- . Sous tribu des *Citrinae*
- . Genre : *Citrus*
- . Espèce *C. clementina*

1.3.4. Phénologie (figure 1):

Comme pour les agrumes, le clémentinier représente un cycle annuel dont les étapes ne sont pas aussi marquées que chez les espèces fruitières à feuilles caduques, où on distingue la croissance végétative qui se manifeste sur les jeunes ramifications dès que la température atteint 12°C et se poursuit jusqu'à 35°C- 36°C au cours de trois périodes (**PRALORAN, 1971 et LOUSSERT, 1989**).

- **Stade principal 0: développement des bourgeons**

Dormance: les bourgeons des feuilles et des inflorescences sont indifférenciés, fermés et recouverts d'écailles vertes, Début du gonflement des bourgeons , Fin du gonflement des bourgeons: les écailles vertes sont légèrement séparés, Début de l'éclatement des bourgeons, Les primordiums foliaires sont visibles.

- **Stade principal 1: développement des feuilles**

Les premières feuilles se séparent: les écailles vertes s'ouvrent légèrement et les feuilles sortent, Les premières feuilles sont visibles, D'autres feuilles sont visibles mais n'ont pas encore atteint leur taille finale, Les premières feuilles ont atteint leur taille finale.

- **Stade principal 3: développement des pousses**

Début de la croissance des pousses: l'axe de la pousse devient visible, Les pousses ont atteint environ 20% de leur taille finale, Les pousses ont atteint environ 90% de leur taille finale.

La floraison du clémentinier est très abondante, elle est suivie d'une chute importante affectant donc le nombre de boutons floraux (**AGREBI, 1984 in ZELLAT,**

1989). Ces chutes naturelles, d'ordre physiologique et hormonal, sont nécessaires pour assurer un calibre convenable des fruits (**LOUSSERT, 1989**). Selon **CHAPOT(1963)**, le clémentinier fleurit au printemps, en générale au mois de Mars-Avril.

La pollinisation se fait lors de la pleine floraison. Les anthères s'ouvrent et laissent échapper les grains du pollen des fleurs du clémentinier qui sont hermaphrodites.

La nouaison est la première étape du développement du fruit qui suit la fécondation. Après la nouaison, le grossissement du fruit est rapide et se manifeste en Mai- Juin, les facteurs qui jouent sur ce grossissement sont : l'âge, la vigueur de l'arbre et les conditions climatiques (**LOUSSERT, 1989**).

- **Stade principal 5: développement de l'inflorescence**

Gonflement des bourgeons de l'inflorescence: les bourgeons sont fermés, des écailles vert clair apparaissent, Éclatement des bourgeons: les écailles s'écartent et laissent apparaître certaines parties du bourgeon, Les fleurs sont visibles, mais encore fermées (boutons verts), elles sont distribuées d'une façon isolée ou en racème, dans des inflorescences avec ou sans feuilles, Les pétales s'allongent les sépales entourent la moitié de la corolle (stade bouton blanc), Les sépales sont ouverts: la pointe des pétales, toujours fermés, est visible; les fleurs ont des pétales blancs ou pourpres, La plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux et allongé.

- **Stade principal 6: la floraison**

Les premières fleurs sont ouvertes, Début de la floraison: environ 10% des fleurs sont ouvertes, Pleine floraison: environ 50% des fleurs sont ouvertes. Les premiers pétales sont tombés, Les fleurs sont flétries: la majorité des pétales sont tombés, Fin de la floraison: tous les pétales sont tombés, Nouaison du fruit: début du grossissement de l'ovaire. La deuxième poussée de sève (P.S.2) se manifeste en été, au courant du mois de Juillet- Août. Cette poussée est plus ou moins vigoureuse suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres. Cette poussée est en général moins importante que les poussées de printemps et d'automne (**LOUSSERT, 1989**).

- **Stade principal 7: développement du fruit**

Le fruit vert est entouré par les sépales en forme d'une couronne, Quelques fruits jaunissent: début de la chute physiologique des fruits, Le fruit de couleur vert foncé a atteint environ 40% de sa taille finale: fin de la chute, Le fruit a atteint environ 90% de sa taille finale. Au cours des mois d'été : Juillet et Août, le fruit poursuit son développement en grosseur pour atteindre en Octobre son calibre définitif. Cette maturation du fruit se manifeste par un changement de coloration de son épiderme et par la qualité de la teneur en jus de sa pulpe (**LOUSSERT, 1989**). La troisième poussée de sève (P.S.3), se manifeste en automne entre Octobre et la fin Novembre dite poussée d'automne, elle assure en partie le renouvellement du feuillage.

• **Stade principal 8: maturation du fruit et de la graine**

Début de la coloration du fruit (changement de couleur), Le fruit est assez mûr pour être cueilli, bien qu'il n'ait pas encore atteint la couleur spécifique à la variété, La maturation est avancée: intensification de la coloration spécifique à la variété, Le fruit a atteint la maturité demandée pour la consommation avec son goût et sa consistance caractéristiques.

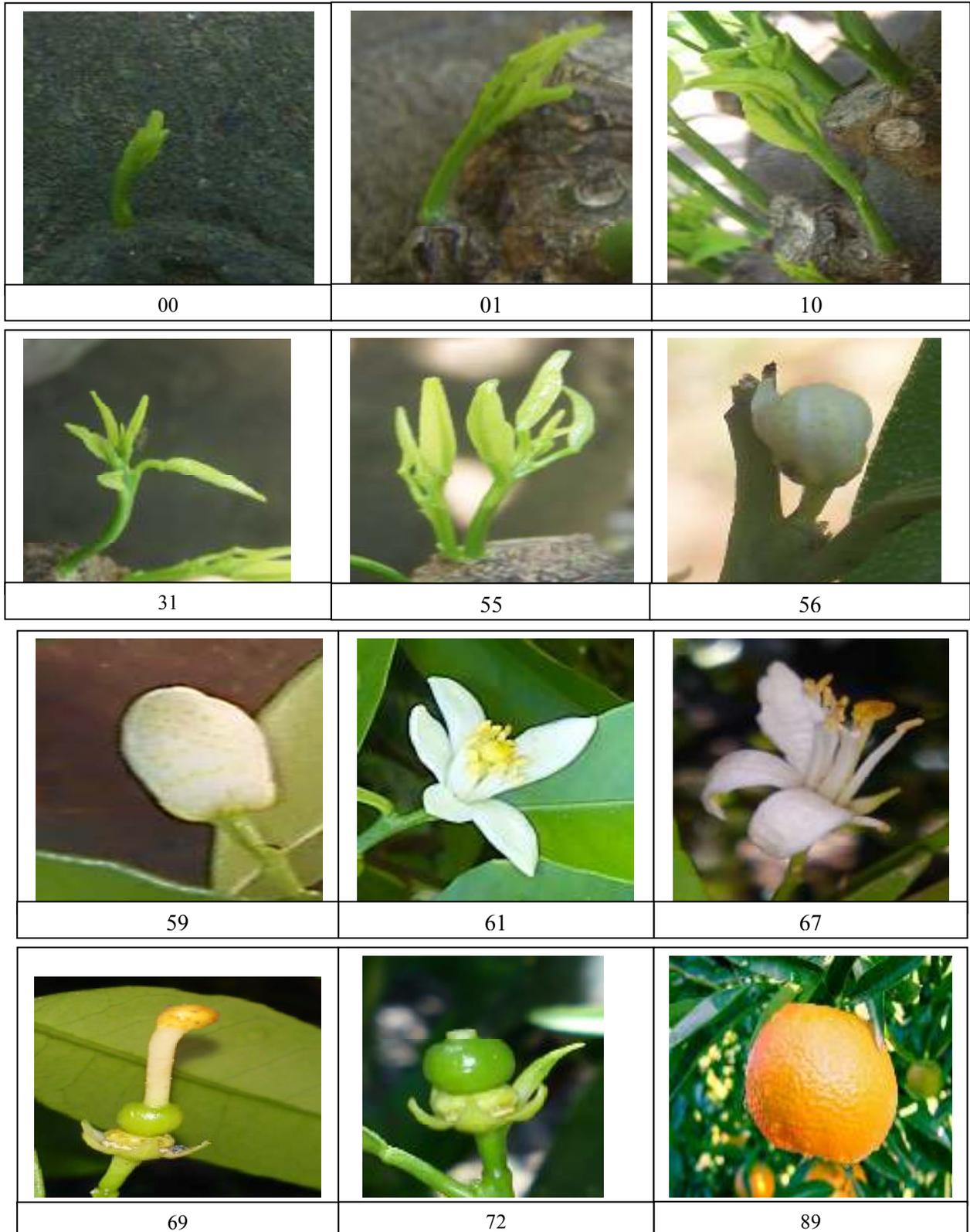


Figure 01: Les stades Phénologiques des agrumes (AGUSTI et al., 1995, modifiée)**1.3.5. Les exigences climatoédaphiques du clémentinier :**

Différents facteurs peuvent influencer la qualité des clémentines : d'une part la position des fruits dans la frondaison, leur exposition par rapport aux quatre points cardinaux et leur date de récolte. (MARS, ABDERRAZAK et MARRAKCHI, 1994).

1.3.5.1. Les exigences climatiques :**1.3.5.1.1. La température :**

Les agrumes n'exigent pas des températures élevées pour leurs croissance, les températures moyennes favorables à la culture des *Citrus* sont de l'ordre de 10°C à 12°C les moyennes hivernales et entre 22 à 24 °C pour les moyennes estivales, avec un optimum de végétation oscillant entre 22°C et 26°C au-delà de 30°C on constate un arrêt de végétation des arbres. (LOUSSERT, 1985).

1.3. 5.1.2. La pluviométrie :

Les agrumes étant le plus souvent sous régime de l'irrigation, la pluviométrie de la région de culture n'a pas une grande importance et on les exploite en effet même dans les régions les plus arides, en plein désert. Mais les eaux de pluie donnent des récoltes plus intéressantes que les eaux d'irrigation car elles sont chargées en principes fertilisants (REBOUR, 1950). Cette quantité d'eau reste toujours au-dessous des exigences de l'agrumiculture, d'où le retour à l'irrigation devient une étape obligatoire, Selon REBOUR (1966) et PRALORAN (1971), que ce soit dans le sud-est asiatique, caractérisé par une pluviométrie qui peut atteindre 1200 mm/an, ou dans la région méditerranéenne dont la pluviométrie annuelle est généralement comprise entre de 600 et 1200 mm.

Selon LOUSSERT (1987), la mauvaise répartition des pluies, l'insuffisance des précipitations et la capacité de la réserve en eau du sol sont les facteurs les plus déterminants à la culture d'agrumes.

1. 3. 5.1.3. L'humidité :

Une atmosphère humide régularise la température. Ainsi elle exerce une action bénéfique, mais une très grande humidité favorise la pullulation des cochenilles, et donc le développement de la fumagine et des moisissures (REBOUR, 1950).

L'humidité élevée est un facteur non négligeable, qui dans certaines circonstances peut endommager l'arbre et la production et cela en favorisant les attaques des champignons et des ravageurs (REBOUR, 1966 et LOUSSERT, 1989). Une humidité basse (ou insuffisante) provoque une intense respiration du végétal et ainsi les besoins en eau augmentent selon LOUSSERT (1989).

1.3.5.1.4. Le vent :

LOUSSERT (1987), signale que le vent par son action mécanique peut provoquer directement des blessures sur les fruits.

Le vent est le facteur le plus défavorisant dans une culture d'agrumes, il cause des dégâts inestimables sur les jeunes plantations donc il faut éviter les régions très exposées aux courants aériens, surtout les parties qui font face aux vents dominants (Ouest ou nord-ouest) l'espèce la plus sensible au vent est le clémentinier alors que la plus résistante est le citronnier (**REBOUR, 1950**).

1. 3.5.1.5. La grêle :

La grêle s'observe exclusivement en hiver. Si le plus souvent leurs dimensions sont suffisamment petites pour limiter les dégâts, elles atteignent quelques fois des proportions plus redoutables; pour les cultures ainsi que pour le cheptel qui peuvent être fortement endommagés (**SELTZER, 1946**).

1.4-Les ravageurs des agrumes

Selon **PRALORAN (1971)**, le nombre d'espèces animales qui se développent et qui se nourrissent au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées, pour cela nous allons étudier seulement les espèces qui causent d'importants dégâts à ces derniers.

1.4.1. Les acariens :

Les acariens sont des minuscules araignées, de très petites tailles, ils mesurent entre 0,1 à 0,5 mm de long, s'attaquent aux organes verts, détruisent les végétaux et freinent le développement de la végétation jusqu'à entraîner dans certains cas la chute des feuilles, des bourgeons, des fruits et le dépérissement des organes aériens et souterrains (**MOUANDAZA, 1990**).

Les espèces nuisibles d'acariens sur les agrumes sont nombreuses; les plus importantes sont l'acarien des bourgeons (*Aceria sheldoni*), l'acarien tisserand (*Tetranychus cinnabarinus*), l'acarien ravisseur (*Hemitarsonemus muslatus*). D'autres espèces sont signalées : *Brevipalpus phoenicis* et *Lorrya formosa*. *Phyllocoptruta oleivora*, le plus important de tous, ne pose pas encore de problème en Afrique du Nord, mais prend de plus en plus d'importance en Grèce, en Turquie et au Moyen-Orient. (**ANONYME, 2010**)

1. 4..2. Les diptères :

Parmi les diptères, deux espèces peuvent être nuisibles aux agrumes. Il s'agit essentiellement de *Ceratitis capitata* et *Ceratitis rosa* (**ETIENNE, 1972**).

Une seule d'entre elle cause le plus de dégât, *Ceratitis capitata*, appelée communément mouche méditerranéenne. C'est un insecte très polyphage qui cause

des dégâts considérables, il hiberne sous forme de pupes dans le sol et évolue en plusieurs générations annuelles (5 à 7 génération en Algérie (**DRIDI, 1995**)) (Figure. 2). Elle s'attaque aux fruits de divers *Citrus* à savoir : les mandariniers, les pomelos et les orangers, tandis que les citronniers sont pratiquement indemnes (**REBOUR, 1966**). Selon **DRIDI (1995)**, les dégâts provoqués par cette mouche sont de deux types :

- Dommages causés par les larves qui se développent à l'intérieur des fruits entraînant leurs pourritures et les rendant impropres à la consommation (Figure .3).
- Dommages causés par des piqûres des femelles provoquant la pourriture de la pulpe du fruit (**Figure 4 & 5**).

Si aucune solution n'existe encore actuellement pour lutter de façon satisfaisante contre la cératite, celle-ci peut toutefois être combattue efficacement par une lutte raisonnée qui évite de perturber les équilibres existant au niveau des vergers.

Dès l'entrée en production du verger, il est vivement recommandé de mettre en place des pièges pour mouches des fruits. Ceux-ci appâtés avec des attractifs sexuels (Trimed-lure) sont d'une utilisation pratique. Grâce à des relevés fréquents tous les deux jours, il est possible de déterminer le début de l'infestation d'un verger (**ETIENNE et VILARDEBO, 1978**).

Le début de la protection insecticide est déterminé par l'augmentation des populations de mouches dans les vergers (piégeage) et la réceptivité des fruits aux piqûres (véraison). La cératite ayant besoin de sucre pour la maturation de ses œufs, l'adjonction d'un attractif sucré à l'insecticide permet non seulement de mieux détruire le ravageur, mais en plus il permet de diminuer la quantité de pesticide et cela en utilisant la technique de l'épandage partiel : traitement d'une rangée d'arbres sur trois ou quatre. Les pulvérisations sur les brise-vents sont également recommandées. Les fruits tombés doivent être régulièrement ramassés et enfouis profondément dans le sol (**ANONYME, 1976**).



Figure 02 : Femelle de *Ceratit* capitata en train de pondre sur le fruit de clémentine (BERNARD, 2003**)**

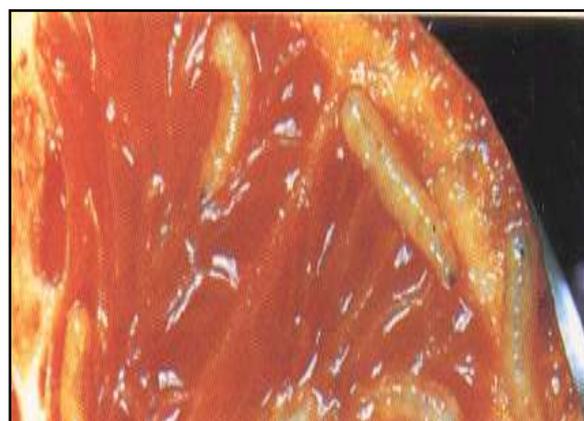
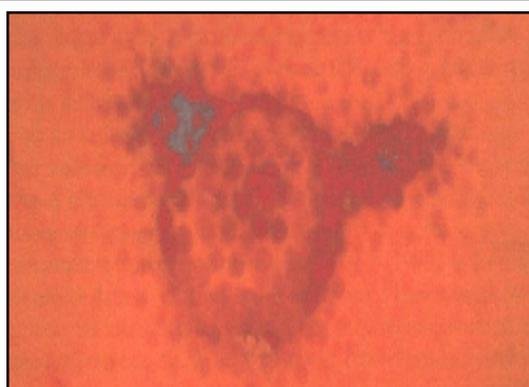


Figure 03 : Asticots de *Ceratit* capitata dévorant la chair du fruit de clémentine (BERNARD, 2003**)**



**Figure 04: Attaque de *Ceratit*
capitata sur fruit de clémentine
(BERNARD, 2003)**



**Figure 05: Piqûre de *Ceratit*
capitata sur fruit de clémentine
(BERNARD, 2003)**

1.4.3. Les cochenilles :

Les cochenilles ou coccidés apparaissent après la mouche méditerranéenne des fruits, comme l'un des problèmes majeurs des *Citrus* (BENASSY et SORIA, 1964).

Selon PRALORAN (1971), les cochenilles sont les ennemis les plus importants des agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent à savoir :

- Les dépréciations d'ordre quantitatif. Ils touchent à la production annuelle ou future des vergers. Ce sont les cas des chutes prématurées des fruits enregistrés au printemps lors des sévères attaques d'*Aonidiella aurantii*, de *Saissetia oleae* ou *Pseudococcus* sp. Cette défoliation est accompagnée d'un dessèchement plus au moins poussée de rameaux et de branches charpentières avec un effet plus lointain, une réduction sensible et plus ou moins rapide de la production au cours des quelques années suivantes.
- Les dépréciations qui touchent la qualité des fruits récoltés, ces dégâts prennent souvent un caractère explosif et généralisé, qui immédiatement sera observé en station d'emballage et qui constitue pour les producteurs les dégâts types à éviter s'ils veulent vendre. L'agrumiculteur qui n'a pas décelé à temps la présence des cochenilles verra une partie de sa récolte déclassée du fait de la difficulté à faire disparaître le noircissement sur fruits après récolte. Le traitement en station de conditionnement nécessite de récolter les fruits sans feuilles pour les passer dans la chaîne trempage- brossage- ressuyage, ce qui représente alors une moins-value de la récolte.

Actuellement, en Algérie, la protection contre les différentes cochenilles est assurée par des pulvérisations à fort volume dans le courant de l'été, dirigée contre les jeunes larves après la période d'éclosion. Ces traitements, correctement réalisés avec des produits tels que les huiles blanches d'été, sont suffisants pour maintenir les différentes espèces à un niveau très bas. L'utilisation d'un insecticide ou du

mélange huile blanche d'été et un insecticide est également répandue (BRUN, 1973). Une deuxième période de traitement des cochenilles peut se situer en début d'année après la taille et avant le départ en végétation. Ce traitement correctif est réalisé si l'on a observé de la fumagine sur fruits lors de la récolte. A cette période de l'année, on bénéficie d'une meilleure pénétration de la bouillie dans les arbres qui viennent d'être taillés et l'on se trouve au départ de la végétation de l'arbre et de la reprise d'évolution des larves après l'hiver (BRUN, 1973).

1.4.4. Les Aleurodes :

Ce sont de petits homoptères qui se rapprochent beaucoup des cochenilles, surtout par leurs stades larvaires. La famille des aleurodes a de nombreux représentants ; sur agrumes trois espèces ont été principalement dénombrées :

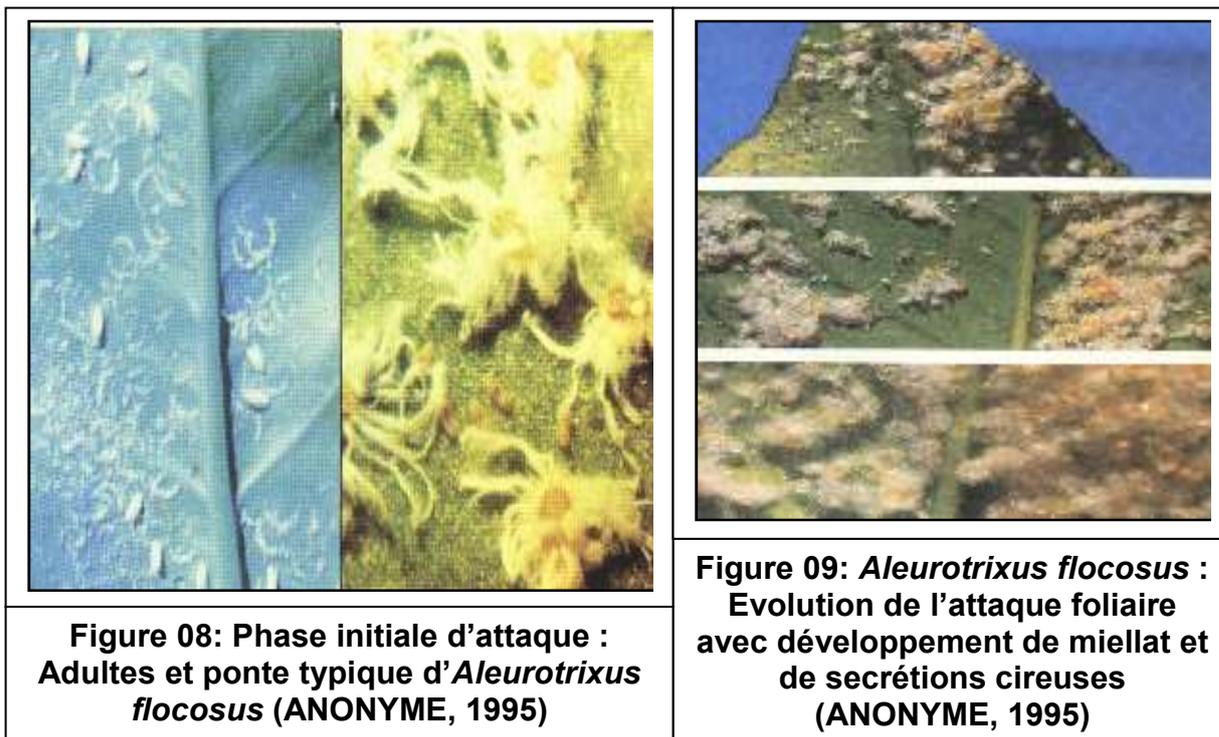
- *Dialeurodes citris* (ASHMEAD) , elle a été signalée depuis 1960 par **PIGUET**. Cette espèce affaiblit l'arbre par son prélèvement continu de sève et le développement associé de la fumagine inféodée aux agrumes en Algérie, d'origine asiatique, elle présente trois générations par an (**BOUKHALFA et BONAFONTE, 1979**).
- *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL) , introduite accidentellement en Algérie. Elle a été signalée pour la première fois dans l'ouest en 1982 (**ZEGHOUD, 1987**). C'est un déprédateur très dangereux causant des dégâts très importants. Cette espèce développe quatre générations annuelles en Algérie (**BERKANI, 1989**) (**Fig.6 & Fig.7**).
- *Parabemesia myricae* (KUWANA), c'est une espèce très polyphage que l'on peut rencontrer sur un grand nombre de plantes hôtes ligneuses, plus petite que les deux premières et dont les larves produisent un miellat abondant qui tombe sur la face supérieure des feuilles situées sous l'infestation. Elle a été signalée pour la première fois en Algérie en 1990 (**BERKANI et DRIDI, 1992**).



Figure 06: Adulte de *Cales Noacki* et d'*Aleurothrixus floccosus* (ANONYME, 1995)



**Figure 07:
Attaque d'*Aleurothrixus floccosus* sur une feuille
(ANONYME, 1995)**



La lutte contre les aleurodes, et en particulier contre *Dialeurodes citri*, pose encore des problèmes car ce ravageur présente plusieurs générations dans l'année et les larves sont toutes situées à la face inférieure des feuilles (**Fig. 8 & Fig. 9**), et plus difficiles à atteindre. Le traitement dirigé contre les jeunes larves de la première génération en fin de printemps est très important car c'est la seule période de l'année où toute la population évolue de façon synchrone. Plus tard en saison, les divers stades sont présents en même temps, ce qui rend la lutte plus délicate (**BRUN, 1973**). La pulvérisation avec l'huile de pétrole en émulsion s'est révélée très efficace contre *Dialeurodes citri*. Il est utilisé deux fois par an durant les deux périodes d'abondance de l'espèce : 3 à 4 pulvérisations sont souvent appliquées dans le but d'obtenir des fruits sains (**BAILLY, 1980 in SAIGHI, 1999**).

1.4.5. Les pucerons :

Les pucerons se caractérisent par leurs apparitions massives sous forme de colonies denses serrées. On les observe le plus souvent sur les feuillages et les jeunes pousses qui s'enroulent (**fig.10**). Les pucerons sont connus comme vecteurs de maladies virales (**ANONYME, 1976**). Selon **AROUN (1985)**, le verger agrumicole de la Mitidja est infesté par *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossipii*, *Myzus persicae* et *Brachycondus helichrysi*. Seulement les deux premières se montrent particulièrement nuisibles.

BAILLY (1980) cité par **SAIGHI (1999)**, évoque que la lutte contre les pucerons doit s'orienter vers les insecticides systémiques car ces derniers sont protégés par les feuilles dont ils ont provoqué la déformation. Pour éviter le phénomène

d'accoutumance il est nécessaire de changer fréquemment la famille de la matière active. **BRUN (1973)**, écrit que les attaques de pucerons sont combattues avec des produits polyvalents ou des aphicides spécifiques. Avec le vieillissement progressif du verger, on assiste à une diminution de la fréquence des traitements dirigés contre les pucerons sur ces arbres âgés. Il est utile de détruire les mauvaises herbes pour lutter contre les pucerons. Ces dernières servent de refuge aux pucerons en hiver et en été (**UYGEN et al., 1990 in OULD MAHMOUDI, 2002**).



Figure 10 : forte infestation de puceron sur jeunes feuilles de clémentinier (personnel 2012)

1.4.6. Les lépidoptères :

On distingue les espèces suivantes :

- *Prayscitri*, est un micro-lépidoptère de la famille des *Tortricidae* dont la chenille est nuisible aux fleurs, aux pousses tendres et aux jeunes fruits des divers *Citrus*. Elle provoque des dégâts importants à la production avec une préférence marquée pour le citronnier et le cédratier (**CARLES, 1984**).

- *Phyllocnistis citrella* (STANTON) qui est un micro-lépidoptère de la famille des *Gracillariidae*. Elle a été signalée au début de l'été 1994 dans les vergers agrumicoles proches du littoral algérien. Les dégâts se manifestent par des galeries sur les feuilles et les bourgeons en croissance. Les feuilles se déforment et s'enroulent et les tissus affectés par la galerie se nécrosent, décollant la partie endommagée et provoquant dans certains cas la chute des feuilles (**Fig. 11 & Fig. 12**). Les bourgeons attaqués présentent les mêmes symptômes qu'une attaque de puceron (BERKANI, 1995).

Les dégâts occasionnés peuvent favoriser l'apparition et le développement du Chancre citrique dû à la présence d'une bactérie *Xanthomonas compestris* pv. *citri*.

QUILICI et al., (1995) et ABBASSI, (1996), considèrent que les dégâts sont plus importants sur pomelo et citronnier ensuite viennent les variétés à petits fruits (mandarines) et enfin les variétés d'orangers, la sensibilité serait liée à la taille des feuilles.

Les mesures de protection entreprises par les agrumiculteurs se limitent aux moyens chimiques dans le but de maintenir les populations de la mineuse des agrumes à un niveau économiquement tolérable jusqu'à la récolte. Les difficultés de la lutte chimique contre la mineuse résident dans le fait que le ravageur développe un nombre de générations élevées amenant un chevauchement entre les stades larvaires et les stades prénympheaux et chrysalides. Ces premiers stades larvaires sont atteints par la pulvérisation tandis que les autres stades (prénympheaux et chrysalide) échappent dans leur grande majorité au contrôle phytosanitaire et contribuent au ré infestation de nouvelles pousses qui émergent après le traitement. Les huiles minérales malgré leur efficacité peu élevée sont utilisées en lutte préventive de 0,25- 0,5 %. Elles empêchent les femelles adultes de pondre sur les jeunes feuilles de la poussée d'été quand elles sont appliquées 6 à 10 jours d'intervalle sur 4 semaines (ABBASSI, 1996).

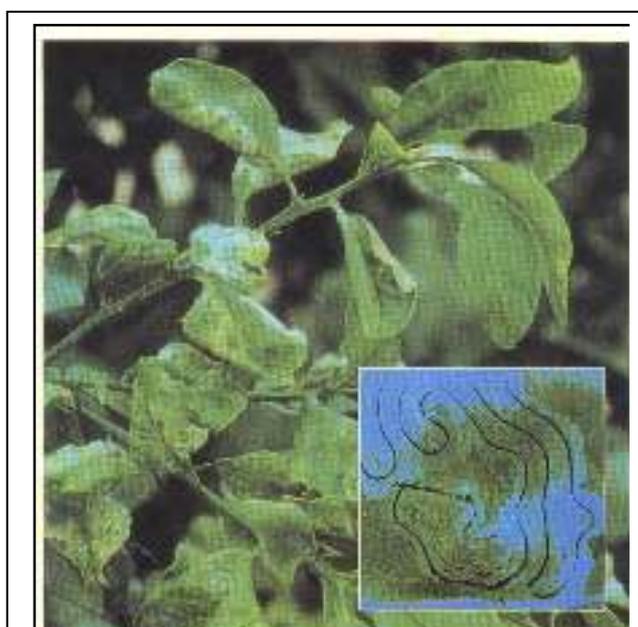


Figure 11: Dégât de *Phyllocnistis citrella* sur les feuilles de Clémentinier (ANONYME, 1995)

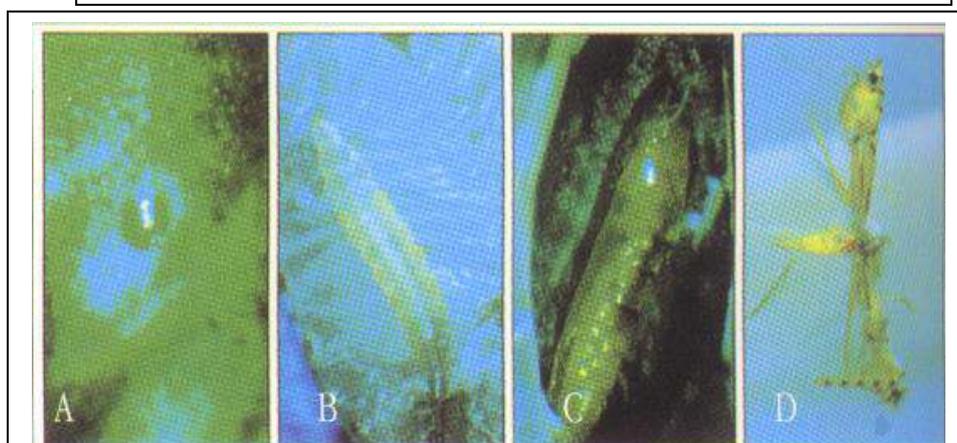


Figure 12: Les différents stades de développement de *Phyllocnistis citrella*(ANONYME, 1995)

Chapitre 02 : Considérations générales sur les pucerons des agrumes

2.1. Introduction

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu et important dans le monde, qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs dont presque toutes les espèces maraîchères et ornementales en sont hôtes. Ces insectes sont trouvés également sur les résineux, sur quelques fougères et quelques mousses. On connaît actuellement plus de 4500 espèces dans le monde, (**LECLANT, 1996 ; HULLÉ et al., 1999**). La plus part d'entre eux sont des phytophages. Grâce à leur appareil buccal de type piqueur-suceur (**DEDRYVER C.A., 1982 ; BALACHOWSKY A. et MESNIL L., 1921**). Ils se nourrissent de la sève des plantes et peuvent transmettre à celle-ci des particules virales, ce qui en fait des déprédateurs majeurs des cultures. Ils sont d'autant plus nuisibles que leurs cycles complexes et leurs polymorphismes leurs permettent d'exploiter leurs plantes hôtes aux maximum tout en répondant très rapidement aux modifications de leurs environnements, (**HULLÉ et al., 1999; DJOUDI et al., 2004**).

En Algérie, les pucerons sont parmi les principaux ravageurs des cultures, leurs pullulations dépassent souvent le seuil tolérable. Les études menées à ce jour sur l'inventaire et les fluctuations des populations des pucerons dans plusieurs régions d'Algérie montrent que la situation est très grave et nécessite une intervention urgente (**BENOUFFELLA-KITOUS et al., 2008; MOSTEFAOUI., 2009; ESSARHANE, 2011; BOUKOFTANE, 2011; ALLOUNE, 2011; MAHMOUDE, 2011**).

2.2. Systématique

La première classification des Insectes établie date du 18^e siècle suite aux travaux de **BALACHOWSKY et MESNIL (1936)**. Elle est basée sur les caractères morphologiques de chaque espèce. Les groupes sont formés à partir de similarités et de points communs observés. (**ORTIZ-RIVAS, et al., 2004 ; STERN., 1997**). La classification des aphides est la suivante d'après **DIERL et RING, (1988) et ROBERT, (2001)**

Embranchement : *Arthropodes*

Sous-embranchement : *Antennates*

Classe : *Insectes*

Sous-classe : *Ptérygotes*

Division : *Exoptérygotes = Hétérométaboles = Hémimétaboles*

Super-Ordre : *Hemiptera*

Sous-Ordre : *Sternorrhyncha*

Ordre : *Homoptera*

Super-famille : *Aphidoidea*

Famille : *Aphididae*

Sous-familles : *Anoeciinae, Aphidinae, Drepanosiphinae, Hormaphidinae, Lachninae, Pemphiginae, Thelaxinae.*

2.3. Caractéristiques morphologiques :

Les pucerons sont de petits insectes globuleux ou aplatis, ovales ou sphériques, de couleur très variable, dont la taille oscille entre 0.5 et 6 millimètres. Ils peuvent être nus ou recouverts d'une pulvérulence plus ou moins épaisse ou parfois d'une cire abondante et floconneuse. Leur corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

2.3.1. La tête :

Elle est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées. Elle porte une paire d'antennes et des yeux composés (**DEDRYVER C.A., 1982**). Les antennes possèdent au plus six articles, sur les quelles apparaissent des organes olfactifs, les rhinaries ou sensorias, le dernier article comporte une partie terminale le plus souvent effilée, le fouet ou flagelle ou processus terminal (**HULLE, TURPEAU, et LECLANT, 1998**). Les yeux composés sont bien développés, ils sont fréquemment pigmentés en rouge (**SAIGHI, 1998**). Le rostre est inséré à la limite postérieure de la tête, il sert comme un organe sensoriel de contrôle de la piqûre (**GRASSE, 1951**). Il comprend quatre articles bien individualisés qui abritent les stylets (**LECLANT, 1996**).

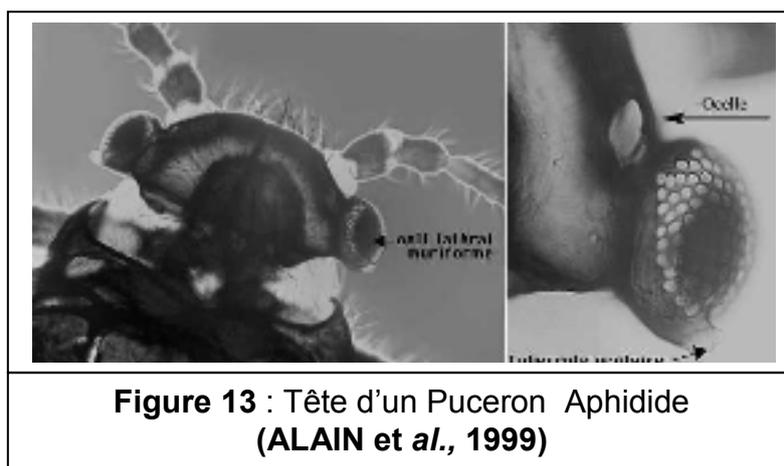


Figure 13 : Tête d'un Puceron Aphidide (ALAIN et al., 1999)

2.3.2. Système buccal :

Les pièces buccales des aphides sont transformées et adaptées au prélèvement d'une alimentation liquide non disponible en surface, mandibules et maxilles ont la forme de stylets accolés en faisceau sur leur longueur (**Fig.14**), qui coulissent les uns par rapport aux autres en délimitant les canaux salivaire et alimentaire. Les stylets permettent aux pucerons d'effectuer des piqûres dans les plantes et d'atteindre les faisceaux cribro-vasculaires du phloème, transporteurs de la sève élaborée. Des récepteurs chimiques existent dans le canal alimentaire : ils sont les ultimes indicateurs de la qualité de la plante-hôte (**MINKS et HARREWIJN., 1987**).

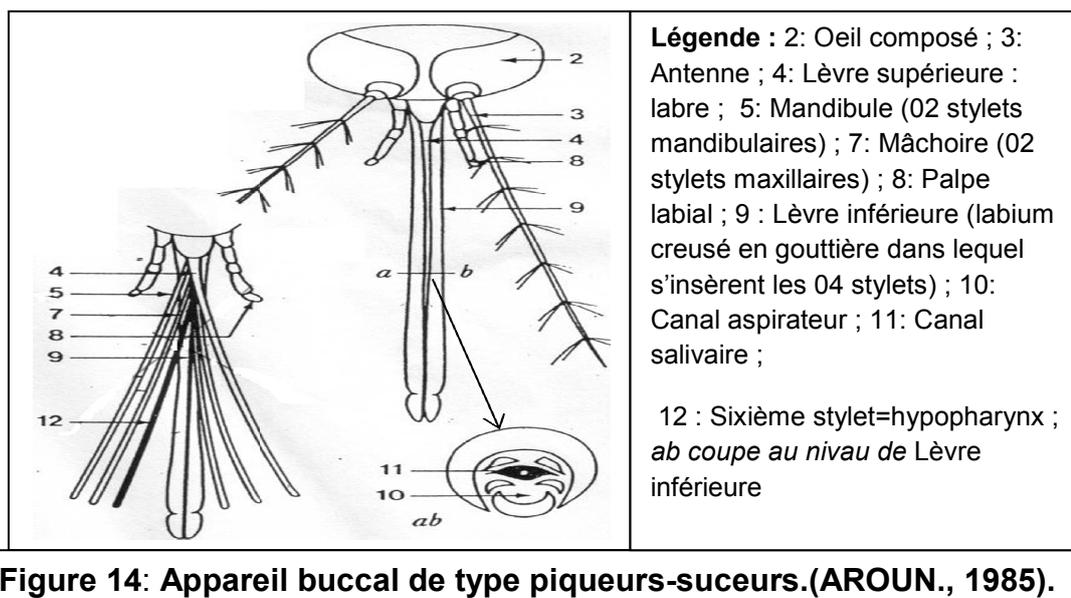


Figure 14: Appareil buccal de type piqueurs-suceurs.(AROUN., 1985).

2.3.3. Thorax :

Comme chez tous les insectes, le thorax se divise en trois parties : le prothorax qui très variable, porte une paire de pattes, le mésothorax porte la 2^{ème} paire de pattes et le métathorax porte la 3^{ème} paire de pattes ; deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos, chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique et une tarse à 1 ou 2 articles, (HULLÉ et al., 1999).

2.3.4. Abdomen :

L'abdomen des insectes est segmenté et ne porte pas d'appendices locomoteurs. Chaque segment porte une paire d'orifices respiratoires, les stigmates. Chaque stigmate est constitué d'un arc dorsal, le tergite et d'un arc ventral, le sternite. Les 02 pleurites latéraux sont absents (AROUN., 1985). L'abdomen est formé d'un ensemble de huit segments (AROUN., 1985; HOFFMAN, 1974). La base de la face ventrale est caractérisée par la présence de 2 cornicules sur les 2 derniers segments de l'abdomen. Le puceron excrète des gouttes de liquide qui favorisent la rencontre des sexes (HULLE et al, 1998). Le dernier segment abdominal se prolonge par une cauda plus ou moins conique et sous lequel s'ouvrent l'anus et plus ventralement l'orifice génital (GRASSE, 1951) (Fig.15).



Figure 15: Abdomen d'un puceron Adulte aptère (CLAUDE GODIN et al.,

2.4. Cycle biologique des aphides :

De façon générale, les colonies de pucerons (*Heteroptera, Aphidoidea*) sont des ressources éphémères, possèdent un cycle biologique multivoltin, comportant plus de deux générations par an. Dès lors, une nouvelle génération peut être issue de la précédente soit par parthénogénèse, soit par reproduction sexuée. Dans ce dernier cas, la génération parentale est dite amphisexuelle. Aussi, la grande majorité des espèces de pucerons ont un cycle hétérogonique, comprenant successivement les deux types de reproduction (**MINKS et HARREWIJN., 1987**).

Au printemps, lorsque les individus de la nouvelle génération sortent des œufs, ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogénèse. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, et les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares et engendrent des larves capables de se mouvoir et de s'alimenter dès leur "naissance". En outre, chaque femelle parthénogénétique porte plusieurs générations successives dans ses ovarioles, chacune à un stade de développement différent, et toute larve naissante est déjà "occupée" par les générations suivantes. On parle de télescopage des générations, très caractéristique des pucerons (**DIXON., 1998; MINKS et HARREWIJN., 1987; SIMON et al., 2002**). De ce fait, cette reproduction asexuée est très largement dominante sur la reproduction sexuée, qui n'intervient qu'à l'automne (**DIXON., 1998; SIMON et al., 2002**); c'est-à-dire que dans une femelle, on trouve des embryons de première génération (les *filles*) qui contiennent eux mêmes les embryons de seconde génération (les *petites filles*). Cette phase correspond au développement exponentiel de la colonie, qui aura un temps d'existence de six à huit semaines, (**DIXON., 1998**) en réponse à la courte période pendant laquelle la sève de la plante hôte est riche en azote (**THROOP & LERDAU., 2004**). Les générations télescopées permettent une adaptation rapide de la population grâce à un dialogue hormonal entre mère et petites-filles qui deviendront ailées dès que les conditions environnementales seront défavorables, leur permettant de chercher une nouvelle plante hôte. Ainsi, la disparition d'une colonie de puceron sera aussi rapide que son apparition.

Si une colonie de pucerons est une ressource localisée et limitée dans l'espace, sa taille et le nombre d'individus qui la composent n'est pas fixe. La plante hôte et les conditions environnementales, comme la température ou l'hygrométrie, peuvent jouer un rôle important sur la densité de pucerons dans une colonie. Pour une même espèce, la population peut ainsi varier d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (**AGELE et al., 2006**). Les différents cycles des pucerons sont différents selon les espèces chez lesquelles on trouve:

- **Les espèces monoéciques** accomplissent la totalité de leur cycle sur les plantes (**Fig. 16**) de la même espèce ou d'espèces très voisines et apparentées sur le plan botanique, (**HULLÉ et al., 1999**).
- **Les espèces hétéroéciques ou dioéciques** nécessitent deux plantes hôtes (**Fig. 16**) de familles botaniques différentes pour accomplir tout leur cycle : un hôte primaire sur lequel a lieu la reproduction sexuée et le développement des colonies jusqu'au départ des fondatrices ailées et un ou des hôtes secondaires sur lesquels se développeront les générations de virginogènes durant l'été, (**HULLÉ et al., 1999**).
- **Les espèces holocycliques** se rencontrent généralement dans les régions tempérées où l'hiver par ses températures basses, agit comme un

facteur de mortalité des adultes. Dans ses régions, les pucerons présentent un cycle complet et sont produits par voie asexuée, par des femelles parthénogénétiques vivipares ou dans certains cas ovipares. (HULLÉ et al., 1999; DEDRYVER., 1982), (Fig.17)

- Les espèces anholocyclique sont produites par une génération sexuée et plusieurs générations asexuées (DEDRYVER., 1982). (Fig.17)

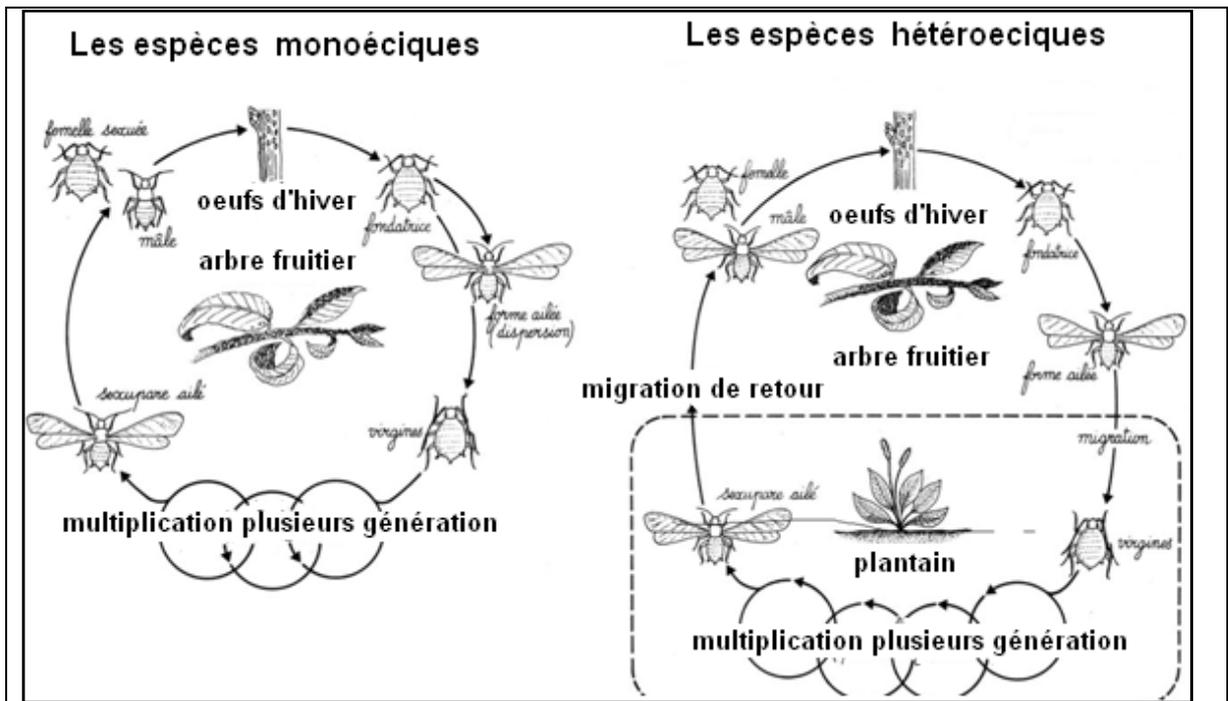


Figure 16 : Les différents cycles des pucerons (HULLÉ et al., 1999).

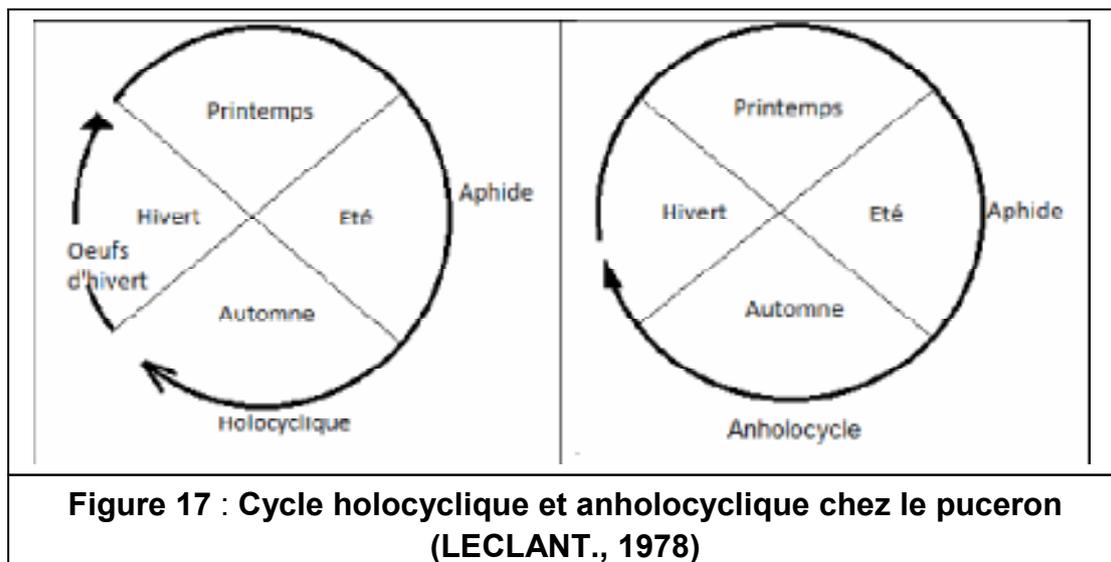


Figure 17 : Cycle holocyclique et anholocyclique chez le puceron (LECLANT., 1978)

2.5. Polymorphisme :

Les pucerons affectent des formes variées : ailées ou aptères, très différentes les unes des autres tant au point de vue de l'aspect que de la coloration, et cela suivant la saison, les conditions de climat ou la plante-hôte, (**VILLIERS., 1954**).

➤ Les pucerons non migrateurs évoluent sur une seule plante-hôte. Le puceron naît d'un œuf, au printemps, sous la forme d'une fondatrice. Cette forme, sans ailes, donne naissance à d'autres formes sans ailes qui se multiplient hardiment sur la plante-hôte natal pendant toute la saison. Il y a en moyenne 5 à 10 générations annuelles (16 chez certaines espèces très fécondes). Les espèces non migratrices n'éprouvent pas le besoin de changer de plante-hôte en cours d'année. Mais il peut naître des individus ailés capables d'aller coloniser d'autres plantes de la même espèce ou d'espèces très voisines et apparentées. A la fin de l'été, apparaissent des pucerons sexués où les femelles après fécondation, pondent un œuf d'hiver qui donnera la fondatrice de l'année suivante (**ANONYME, 2004**).

➤ Les pucerons migrateurs évoluent obligatoirement sur plusieurs plantes-hôtes. Le puceron migrateur se multiplie d'abord sur un hôte primaire. A un certain moment, apparaissent des individus ailés qui sont capables d'aller coloniser un hôte secondaire. A l'automne, d'autres formes ailées effectuent un retour vers l'hôte primaire. Les individus sexués apparaissent à la génération suivante, les femelles pondent les œufs d'hiver, (**ANONYME, 2004**).

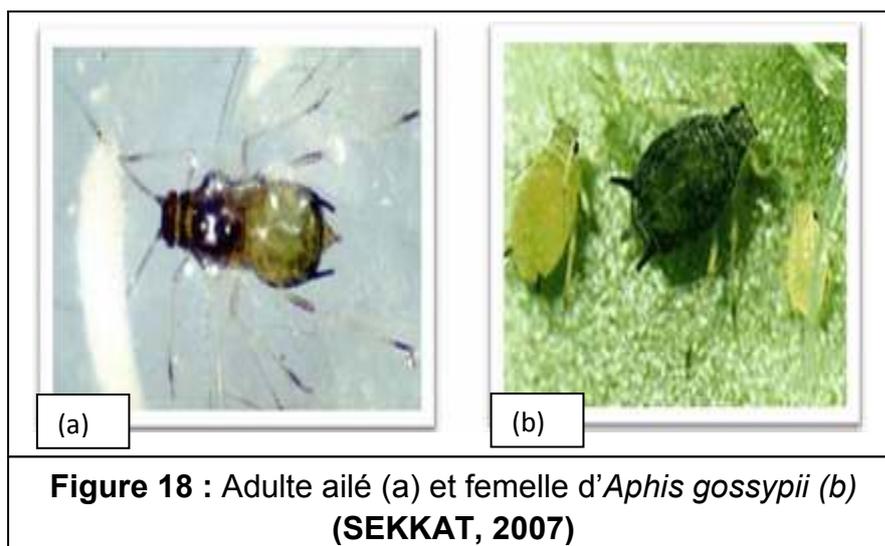


Figure 18 : Adulte ailé (a) et femelle d'*Aphis gossypii* (b) (SEKKAT, 2007)

2.6. Les facteurs de développement :

2.6.1. Les facteurs abiotiques :

2.6.1.1. Température : les pucerons peuvent se développer sur leurs hôtes à partir de 9,5°C, avec un optimum de développement et reproduction entre 25 et 27°C au laboratoire (**HIRANO et al., 1996 ; MCCORNACK et al., 2004**) et entre 22°C et 25°C en conditions naturelles. Une température inférieure à 20°C cause une diminution de l'accroissement d'une population du puceron du soya, (**WU et al., 2004**).

2.6.1.2. Pluviométrie :

Les précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons. Si elles sont trop abondantes et violentes, elles peuvent déloger les aptères des feuilles sur lesquelles

ils se trouvent. Les pluies interviennent par leur durée, leur intensité et le moment où elles se produisent en empêchant ou en favorisant le vol (**ROBERT et COL., 1978**). Les augmentations rapides des populations des pucerons sont observées lorsque les précipitations sont faibles (**MCCORNACK et al., 2004**).

2.6.1.3. Vent :

la vitesse et la direction de vent agit, sur la dispersion des ailés. La vitesse propre d'un puceron étant inférieure à 1m/s. En général celui-ci n'aura que peu de possibilités de voler activement contre un courant aérien (**ROBERT., 1982**).

2.6.1.4. Lumière :

WYATT et BROWN (1977) ont mesuré l'influence de l'intensité de la lumière (la photopériode) sur les taux d'accroissement de pucerons, les mesures expérimentales ont montré que le taux de croissance d'*Aphis gossypii*, augmente avec la photopériode, la durée d'insolation favorise l'augmentation des pucerons ailés (**HODGSON et al., 2005**).

2.6.1.5 Humidité :

Une humidité relative inférieure à 78% avec une faible précipitation est favorable au vol des formes ailées, (**MICHELE, 2003**)

2.6.2. Les facteurs biotiques :

2.6.2.1. La plante hôte :

Les pucerons se dispersent sur les jeunes feuilles des plants adjacents et ensuite vers les vieilles feuilles au bas des plants (**MCCORNACK et al., 2008**). Cette infestation sur les jeunes feuilles pourrait être liée à une plus grande disponibilité de l'azote dans le phloème (**WALTER et DIFONZO., 2007**). Dès l'insertion de leurs stylets dans les tissus végétaux, les pucerons effectuent des prélèvements du contenu tissulaire qui leur permettent d'identifier les propriétés physico-chimiques de la plante et d'évaluer ainsi sa compatibilité alimentaire (**SILBERSTEIN et al., 2003**). Les plantes ne se laissent pas attaquer par les pucerons sans réagir. Elles produisent des composés secondaires : l'acide salicylique et l'acide jasmonique qui contribuent à déclencher une réaction de défense face aux agressions des insectes. La zone touchée peut se nécroser pour stopper l'extension du puceron (**MILES., 1999**). Les activités des stylets durant la recherche du phloème (salivations extra- et intracellulaires, ponctions cellulaires) peuvent induire des réactions de la plante dans les quelques minutes suivant la piqûre. C'est le cas des melons exprimant un gène de défense (**DOGIMONT et al., 2003**) sur lesquels les pucerons présentent des comportements alimentaires très perturbés, conduisant finalement à l'abandon de la plante après l'atteinte du phloème (**CHEN et al., 1997**).

2.6.2.2. Caractéristiques des pucerons :

Les pucerons peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intraspécifiques de deux ordres (**ROBERT, 1982**) :

- La formation d'ailés, sous l'action de l'effet de groupe et/ou une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève. Le départ de ces ailés entraîne dans l'immédiat une régression naturelle des populations du fait d'une production globale plus réduite de nouvelles larves.
- La modulation du poids, sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet indirect de la modification de la composition de la nourriture par ces prélèvements de sève, entraîne la modulation de la fécondité des adultes (**ROBERT, 1982**).
- La diminution de la taille des individus et l'apparition de pucerons plus pâles suite à l'augmentation de la densité de population (**RAGSDALE et al., 2004**),

2.6.2.3. Ennemis naturels :

Les auxiliaires qui se nourrissent de pucerons sont nombreux. On distingue les insectes, les arachnides et les champignons entomopathogènes (**RONZON., 2006**). Les insectes entomophages sont regroupés en deux catégories en raison de leur mode alimentaire. On les désigne de façon conventionnelle sous les termes de prédateurs qui poursuivent leur proie pour s'en alimenter (**RHAINDS et al., 2007**), et les parasitoïdes qui vivent aux dépens d'un seule hôte, dans, ou sur lequel ils se développent causant sa mort parfois de façon rapide mais le plus souvent différée (**DEBRAS, 2007**). Les prédateurs les plus actifs sont d'après (**BÖRNER et al., 1957** cité par **RAT- MORRIS, 1994** et **LECLANT, 1974**):

- Les Coléoptères *Téléphoridaes* comme Les *Coccinellidae* (**Fig. 19**). Certaines espèces sont essentiellement aphidiphages à l'état larvaire ou imaginal. Les genres *Adalia*, *Coccinella*, *Propylea*, *Harmonia* ou *Scymnus* sont très actifs sur les pucerons (**WU et al., 2004**; **DEBRAS, 2007**). La plupart des espèces de Coccinelles sont inféodées préférentiellement à la strate haute des arbres. Le régime alimentaire est principalement de type prédateur mais le pollen et le nectar peuvent parfois être une nourriture de remplacement (**IPERTI, 1978**; **COSTAMAGNA et LANDIS, 2007**; **XUE et al., 2009**).
- Les *Cecidomyiidae* (**Fig.20**), sont capables de consommer au minimum 70 espèces différentes de pucerons. Une larve a besoin d'au moins 5 pucerons / jour pour se développer, mais en tue plus que nécessaire en cas d'abondance : la consommation peut monter jusqu'à 100 pucerons/ jour. Pour cela la larve injecte une toxine dans le puceron qui le paralyse et dissout ses organes en moins de 10 minutes (**HAVELKA et ZEMEK, 1999**).
- Les *Syrphidae*, (**Fig.21**) sont en majorité aphidiphages, les espèces des genres *Syrphus*, *Episyrphus* et *Sphaerophoria* sont aphidiphages (**DEBRAS., 2007**). Très voraces, les larves consomment au cours de leur développement de 400 à 700 pucerons, elles détruisent systématiquement les colonies en s'attaquant à tous les stades (**GAUTIER., 1993**).

- Les Névroptères sont les chrysopes particulièrement les larves des en arboriculture fruitière, bien que peu fréquents jouent un rôle important dans la limitation des pullulations des aphides, acariens, Thrips et Psylles. Une larve de chrysope peut consommer jusqu'à 500 pucerons au cours de son cycle (GAUTIER., 1993 ; HAVELKA et ZEMEK., 1999 ; RONZON., 2006). (Fig.22 et 23)
- Les *chamaemyiidae* (Fig.24)

	
<p>Figure 19: Adulte et Larve de Coccinelle (RAMEL In DEBRAS., 2007)</p>	
	
<p>Figure 20 : les Larves de Cécidomyidé dévorant les Pucerons vert des citrus (INRA., 2006).</p>	<p>Figure 21: Larves de syrphes avec des pucerons (KATHRYN In DEBRAS., 2007)</p>
	
<p>Figure 22: Larve de chrysopes (KATHRYN In DEBRAS., 2007)</p>	<p>Figure 23: Larve de chrysope dévorant des pucerons (INRA., 2006).</p>



Figure 24: Larve blanche *camaemyiide* du prédatrices de pucerons sur feuille de clémentinier (**MOSTEFAOUI., 2009**).

- Les parasitoïdes sont couramment divisés en groupes: Solitaires, grégaires, ectophages, endophages, spécialistes ou généralistes (**ASKEW et al., 1986**). Ce sont surtout les Hyménoptères qui renferment le plus grand nombre d'espèces parasitoïdes des pucerons. D'après **VILLEMANT et al (2006)**; de nombreuses espèces sont carnivores à l'état larvaire et nectarivores à l'état adulte. Les familles qui parasitent le puceron appartiennent au sous ordre des Apocrites: Ichneumonidae (**Fig.25**), Braconidae(**Fig.26**) et Aphelinidae. Ces Hyménoptères insèrent un oeuf dans le corps du puceron, la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (**REBOULET., 1999**).

D'après **RABASSE (1974) cité par RAT- MORRIS (1994)**; les espèces suivantes ont été signalées comme parasites de *D. plantaginea*: *Ephedrus persicae* Frogg; *Ephedrus plagiata* Nees et *Aphidius matricariae* Hal. Certains parasitoïdes comme *Diaeretiella rapae* possède l'avantage de pouvoir être transporté aux stades oeufs et au premier stade larvaire dans le corps des pucerons cendrés ailés parasités (**VATER., 1971 cité par MICHAUD., 1995**). Les Chalcidiens comme *Aphelinus spp.* (Aphelinidés), les Cynipidés...Beaucoup, une fois leurs imagos formés et envolés laissent une trace caractéristique, appelée momie (**Fig.27**) (**FRAVAL., 2006**).

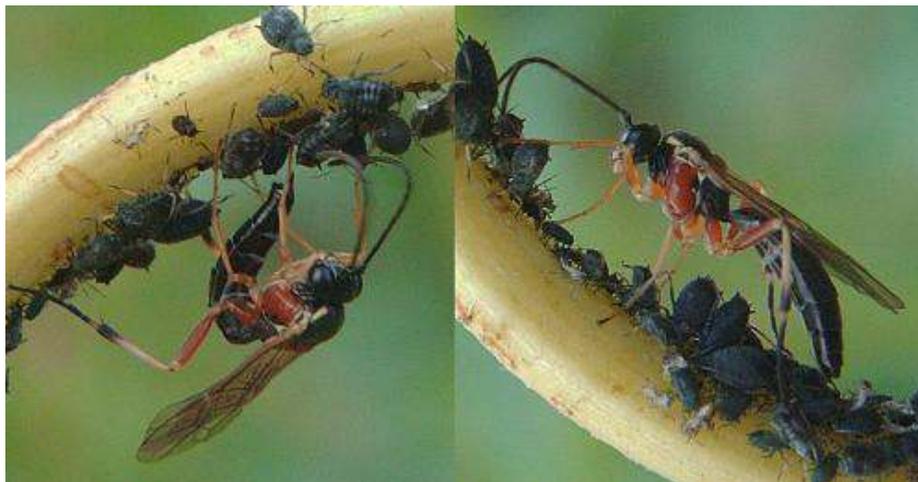


Figure 25 : *Ichneumonoidea*, Pondre dans les pucerons (RAPHAË In DEBRAS., 2007)



Figure 26: Braconidé petite guêpe parasite déposant son œuf dans le corps d'un puceron (INRA., 2006).



Figure 27 : Momies de puceron parasité par un Aphidiidé (personnelle 2012).

2.7. Le comportement des aphides :

2.7.1. Comportement chimique :

2.7.1.1. Les phéromones d'alarme :

La capacité à exprimer des phéromones d'alarme dépend du stade physiologique et leur densité en groupe, s'ils sont en plus ils sécrètent de messages chimiques; à l'inverse, s'ils vivent seuls, leur seuil de détection de ces molécules est plus bas (**PICKETT et GRIFFITHS., 1980**). Dès qu'un puceron détecte une menace (prédateur, toxicité d'une plante...), il en informe ses congénères par des phéromones d'alarme. La molécule la plus connue est l' (E)-b -farnesene, ou plus simplement EBF, elle est sécrétée en cas d'attaque, par toutes les espèces de pucerons connues (**PICKETT et GRIFFITHS., 1980**). Le message est capté par les antennes des individus qui l'analysent, en général, un nanogramme suffit à faire passer un message, la compréhension de l'information déclenche la fuite par chute de la plante colonisée ou par changement de lieu sur la plante (**GUT et VAN LOOSTEN., 1985**).

2.7.1.2. Les phéromones sexuelles :

Seules les femelles émettent des phéromones sexuelles et que seuls les mâles réagissent au message. Les mâles sont attirés et non repoussés par ces molécules, ces phéromones doivent être très spécifiques puisqu'elles ne doivent attirer que les mâles de la même espèce (**DAWSON et al.,1990**).

2.7.2. Comportement social :

2.7.2.1. Le mutualisme :

Les interactions entre fourmis-pucerons sont sans doute ancienne (**HÖLLDOBLER et WILSON., 1990**). Il est probable que toute trophobiose ait commencé sous la forme d'une relation prédateur/proie et que la fourmi ait été inhibée dans son élan de prédation par l'offrande d'une gouttelette de miellat (**DELABIE., 2001**). Le mélézitose (trisaccharides) est considéré comme étant le sucre prépondérant dans les relations pucerons-fourmis (**YAO et AKIMOTO., 2001**). Plusieurs bénéfiques sont retirés des pucerons par leur entretien par les fourmis. Premièrement, en présence des fourmis, les pucerons ont de meilleurs taux de reproduction (**FISHER et al., 2001**), sur leur approvisionnement et leur taux d'excrétion, elles retardent le développement de formes ailées, changent la distribution des pucerons sur la plante et calment l'activité des pucerons (**BRETON et ADDICOTT., 1992; YAO et al., 2000**). Les populations de pucerons prospèrent lorsqu'elles sont protégées par les fourmis due à la protection des prédateurs externes, des parasitoïdes, du climat et à une meilleure hygiène, les bénéfiques de la relation d'entretien peuvent alors être considérables, les taux de prédation et de parasitisme étant bien plus faibles (**STADLER et al., 2001**). La présence de miellat sert de nourriture à 246 espèces dont des fourmis, des diptères, des guêpes ou des abeilles... Parmi ces espèces peuvent se trouver des ravageurs et des prédateurs de la plante hôte (**LECLANT., 1996**).

2.7.2.2. Les symbiontes :

Les aphides se nourrissent exclusivement de sève élaborée qu'il récupère dans le phloème de la plante hôte. Ce type de régime pose un certain nombre de problèmes à l'insecte : cette sève est très riche en sucres (tellement riche qu'à cette concentration, elle devrait être toxique) mais elle ne contient pas ou très peu d'acides aminés ou de lipides (**GUT et Van LOOSTEN., 1985**). Heureusement, qu'ils sont associés à des bactéries (*Buchnera*) qui synthétisent pour ces derniers toutes les molécules indispensables qu'ils n'ont pas la possibilité de synthétiser eux mêmes. Sans ces endosymbiontes, le puceron ne pourrait pas vivre bien longtemps. Mais aussi *Buchnera* sans puceron, ne saurait pas se débrouiller non plus. Les deux organismes entretiennent une relation symbiotique obligatoire.

2.7.2.3. La compétition :

De nombreux cas de compétition entre pucerons et divers organismes ont été signalés. Ainsi, il a été démontré que sur céréales, Le puceron *Rhopalosiphum padi* élimine peu à peu toutes les autres espèces: *Sitobion graminum*, *Sitobion avenae* et *Metopolophium dirhodum* WALKER, Lorsque les quatre espèces sont élevées en mélange sur de jeunes plantules, en nombre limité et en milieu fermé (**DEGUINE et al., 1997**). HERMOSO de MENDOZA et MORENO (**DEGUINE et al., 1997**) ont constaté que *Aphis gossypii* GLOVER, 1987 domine généralement *Aphis spiraecola* VANDER GOOT, 1912 sur *Citrus* Aussi TAXAMI et ALLEN ont constaté une compétition entre *A. gossypii* et *Macrosiphniella sonborni* (G il lette) sur chrysanthème, conduisant à la production d'insectes de plus petite taille et de moindre fécondité par suite d'une limitation des ressources (**DEGUINE et al., 1997**).

2.7.3. Système de défense :

Les pucerons vivent habituellement sur la face inférieure des feuilles ou à l'extrémité des branches ou des nouvelles pousses. Ils ne se déplacent guère et forment ainsi des colonies denses. Les individus ailés peuvent effectuer des migrations sur de longues distances grâce aux courants aériens, (**FRAVAL., 2006**). Ils possèdent malgré tout des organes de défense spécifiques qu'on appelle les cornicules: ce sont des excroissances en forme de tube situées à l'extrémité de l'abdomen au dessus de la cauda. À leur extrémité, se trouve un couvercle à charnière qui fonctionne par contraction musculaire. Lorsqu'un prédateur dérange un puceron, les cornicules peuvent produire une goutte de substance cireuse qui se solidifie à l'air et sert à coller les pièces buccales de l'ennemi. Elles peuvent également émettre des substances (phéromones d'alarme) pour avertir les autres pucerons du danger (**STRONG., 1966**), et servent aussi comme nourriture aux fourmis, ce qui explique le mutualisme qui existe entre ces deux espèces. Les fourmis protègent les colonies de pucerons contre leurs ennemis naturels afin de préserver cette source de nourriture, (**FRAVAL., 2006**).

Dans le cas où la plante produit des composés secondaires en guise de défense face aux leurs agressions, les pucerons cherchent en contrepartie à contourner le mécanisme de défense de la plante en inhibant l'action des composés secondaires à partir des enzymes contenues dans leur salive, (**MILES., 1999**).

2.8. Les principaux aphides des agrumes :

2.8.1. *Aphis spiraecola* (Fig.28)

Les individus Aptères, ce caractérisent par : couleur jaune à vert pomme, avec une cauda noire et des cornicules noires, de longueur moyenne de 2 mm, Les individus ailés, ont le corps vert à vert jaunâtre, les antennes courtes (de la dimension du corps), l'abdomen avec des sclérites marginaux, les cornicules noires, plus courtes que chez les aptères, Cauda longue aussi noire que les cornicules (**HULLÉ et al., 1999**). Les ailés ont en général une couleur beaucoup plus foncée, brun foncé le plus souvent, sauf l'abdomen qui est verdâtre. Les pattes sont toujours noires (**D'ONGHIA et al., 1998**)

Aphis spiraecola présente un cycle biologique typiquement dioécique, elle hiverne sous formes d'oeufs, sur les plantes-hôtes primaires du genre *Spirea*, émigre au printemps sur des plantes-hôtes secondaires appartenant aux genres *Citrus*, *Pirus*, *Prunus*, *Malus* et sur d'autres essences arborescentes et herbacées (**ACCODJI., 1982**).

2.8.2. *Aphis gossypii* : (Fig.29 et 30)

L'adulte aptère, de couleur jaunâtre à vert sombre, long de 1,2 à 2, 2 mm. Les antennes sont jaunes pâles, le prothorax porte des tubercules latéraux très développés, les cornicules sont très foncées et la cauda plus pâle. Par contre, l'ailé a un corps généralement vert à vert foncé, les antennes sont courtes vu la dimension du corps, caractérisées par tubercules antennaires réduits ou absents, l'abdomen avec des sclérites marginaux, les cornicules noires courtes et foncées, plus courtes que chez les aptères, la Cauda effilée porte deux à quatre paires de soies latérales, pigmentée, d'une couleur plus claire que les cornicules (**HULLÉ et al., 1999 ; WU et al., 2004**).

2.8.3. *Toxoptera aurantii* (Boyer de fonscolombe) (Fig.31)

Toxoptera aurantii a un corps de couleur foncé ce qui le distingue des aptères espèces de pucerons ailées. Les adultes aptères sont noires brillant. Les antennes et les pattes sont de couleur alternativement claire et foncée, rosâtre et brunâtre le plus souvent ; le puceron adulte mesure 2mm de long environ (**ANDRIANTIANARIVO., 2000**)

2.8.4. *Toxoptera citricida* (kirkaldy) (Fig.32)

Le puceron brun des agrumes *Toxoptera citricida* (kirkaldy) a été observé pour la première fois par kirkaldy en 1907 (**MICHAUD., 1998**). L'adulte de ce puceron est vigoureux, de taille moyenne, 1,5 à 2,4 mm de longueur, luisant marron rougeâtre à noir. Les individus ailés peuvent être identifiés, avec une loupe, par leur segment antennaire totalement noir suivi d'un 4ème segment pâle. Les cornicules mesurent environ 1/6 de la longueur du corps et fortement sculptés. La partie caudale est arrondie en forme de bulbe à son extrémité (**KRANZ et al., 1977**).

2.8.5. *Myzus persicae* (Sulzer) (Fig.33)

Critères d'identification : taille de 1,8 à 2,1 mm, corps en forme de poire et couleur variable vert pâle, jaune pâle à vert, rose à rougeâtre, caractérisé par des tubercules antennaires bien développés et convergents, cornicules longues, de la même couleur que le corps, renflées au milieu, rembrunies à l'extrémité. Cauda (queue) pâle, longue et effilée, portant trois à quatre paires de soies latérales (MICHELE., 2003).

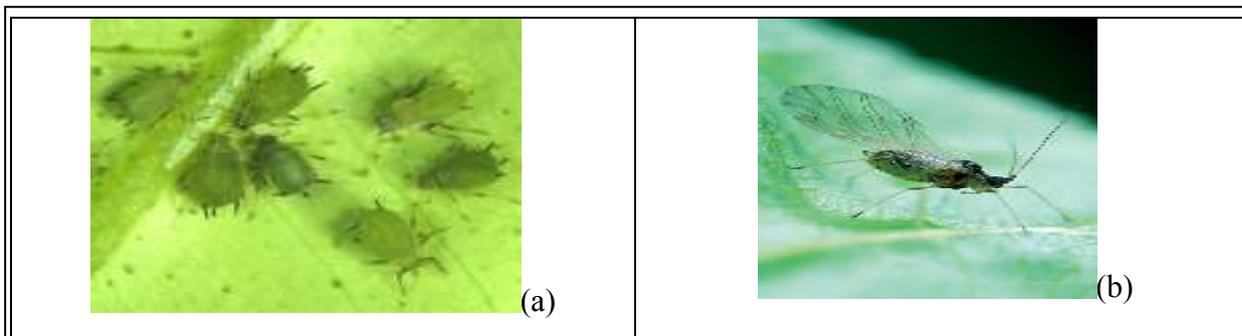


Figure 28 : *Aphis spiraecola* (DJOUDI et al., 2004).

(a) : aptère ; (b) : aile



Figure 29 : Adulte aptère d'*Aphis gossypii* (MICHELE., 2003)

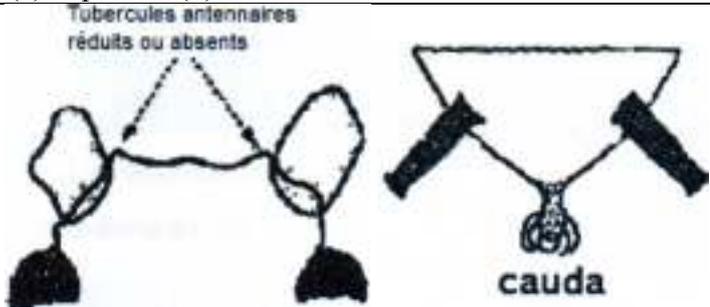


Figure 30 : Caractéristiques des tubercules antennaire et de la cauda d'*Aphis gossypii* (MICHELE., 2003)



Figure 31 : le puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (ANDRIAN., 2000)

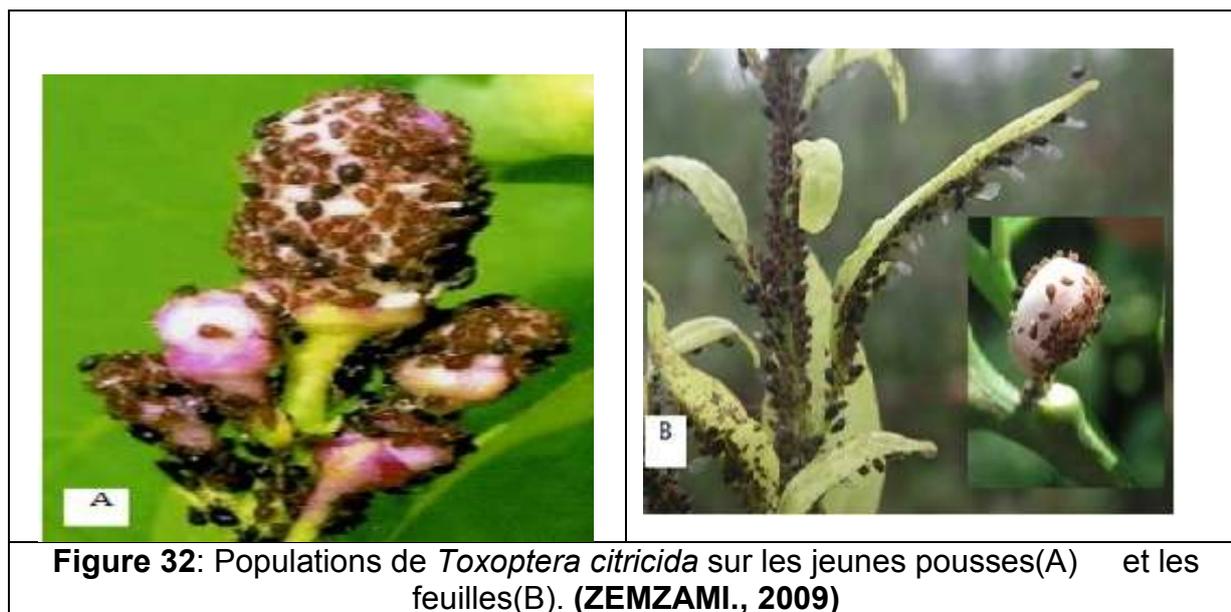


Figure 32: Populations de *Toxoptera citricida* sur les jeunes pousses(A) et les feuilles(B). (ZEMZAMI., 2009)



Figure 33: femelle fondatrice aptère de *Myzus persicae* (MICHELE., 2003)

2.9. Les dégâts liés aux pucerons :

On reconnaît les attaques des pucerons par l'enroulement des feuilles sur elles-mêmes et qui sont souvent collantes. Les pucerons peuvent à la fois entraîner des dégâts sur la plante-hôte de façon directe mais aussi de façon indirecte (LECLANT., 1996).

2.9.1. Les dégâts directs :

Le puceron a un appareil buccal de type piqueur suceur, il insère ses stylets dans les tissus végétaux et les fait pénétrer entre les cellules jusqu'à atteindre le phloème. Au cours de ce transit, il réalise diverses activités et prélèvements extracellulaires, mais également des ponctions intracellulaires dans des tissus non nourriciers, ces prélèvements, s'accompagnent toujours d'une injection de salive toxique qui provoque la déformation des tissus végétaux et l'enroulement des feuilles (LECLANT., 1970; POWELL et al., 2006). Cette déformation peut aller de la simple

crispation des feuilles ou au rabougrissement des aiguilles jusqu'à leur chute prématurée. Même la croissance de la plante peut être freinée, la plante s'affaiblit. On peut également observer un avortement des fleurs, la chute des feuilles ou des dessèchements de pousses. (LECLANT., 1996). (Fig.34)

2.9.2. Les dégâts indirects :

Ceux-ci sont principalement dus à l'excrétion du miellat et la transmission de virus pathogènes par ces pucerons indésirables (LECOQ., 1996). La présence du puceron peut aussi déclencher l'extériorisation de maladies, à la suite d'une modification du métabolisme de la plante (LECLANT., 1996). La nuisibilité indirecte des pucerons sur la plante hôte peuvent être répartie en deux types:

Le rejet de miellat et apparition de fumagine : les besoins nutritifs des aphides en matières azotées (hydrates de carbone et acides aminés) impliquent une absorption considérable de sève, le plus souvent dans les vaisseaux du liber. De ce fait, les excédents aqueux encore très riches en hydrates de carbone sont excrétés et constituent le miellat (LECLANT., 1978). De nombreux pucerons produisent périodiquement des gouttelettes de miellat (de 0,05 à 0,1 μ l) (YAO et al., 2001). Ce miellat constitue un milieu très favorable sur lequel s'établissent des champignons saprophytes provoquant des fumagines, qui entravent la respiration et la photosynthèse et provoquent la déshydratation, le dessèchement et la chute prématurée des feuilles et par conséquent affectent la croissance de la plante ou souillent les parties consommables (fruits) et les rendent impropres à la commercialisation (LECLANT., 1982; LECLANT., 1996; WÄCKERS., 2000).

La Transmission de virus : Les pucerons sont également responsables de la transmission et de la dissémination de virus phytopathogènes (LECLAN, 1996), ce qui implique de nombreuses maladies chez les plantes-hôtes comme sur Citrus : *Tristeza closterovirus* infecte toutes les espèces, cultivars et hybrides des agrumes (LECLAN., 1982 ; CANDRESSE et MARTELLI., 1995). (Fig.35)



Figure 34 : Dégâts du puceron sur clémentinier dans la région de Mitidja (personnelle 2012).

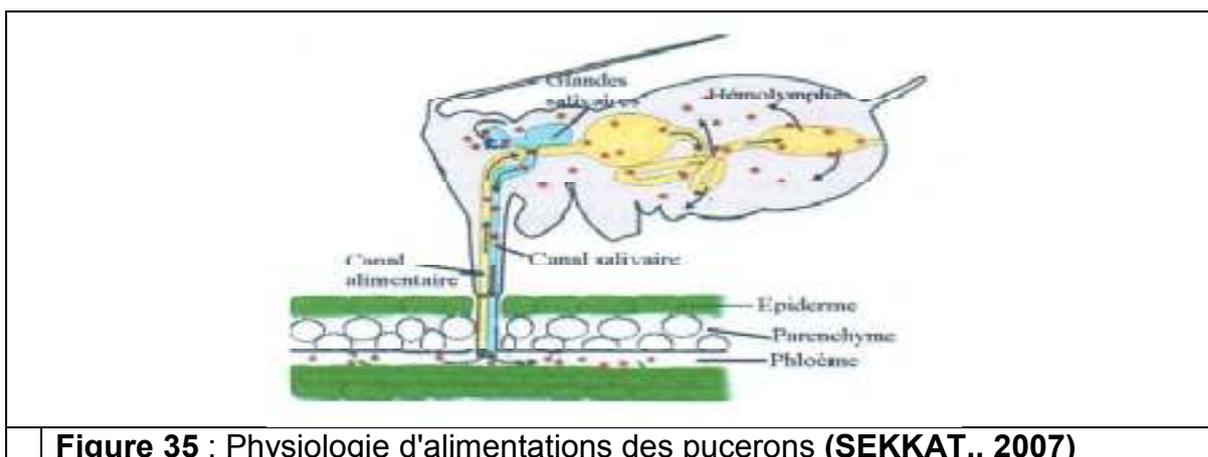


Figure 35 : Physiologie d'alimentations des pucerons (SEKKAT., 2007)

2.10. Lutte contre les pucerons :

À l'heure actuelle, les infestations de pucerons sont généralement contrôlées à l'aide d'insecticides de synthèse tels que les néonicotinoïdes et les pyréthrianoïdes de synthèse. Malgré les progrès réalisés, les insecticides restent responsables de nombreux problèmes tant pour l'environnement (persistance de métabolites à tous les échelons édaphiques) que pour la santé humaine (possibilité de résidus dans les eaux de distribution ainsi que dans les aliments). De plus, l'utilisation massive d'insecticides depuis plus d'une trentaine d'années est à la base de la sélection de populations d'insectes résistants (NAUEN *et al.*, 2003).

Ce constat conduit les scientifiques à rechercher de nouvelles approches de lutte qui, utilisées seules ou en combinaison avec les méthodes existantes, permettraient de contrôler efficacement ces ravageurs tout en limitant les impacts négatifs des produits antiparasitaires sur l'environnement et la santé humaine. Parmi ces approches, des méthodes de lutte biologiques utilisant des prédateurs ou des parasitoïdes des pucerons ont été développées. Mais les pucerons, avec leur cycle de reproduction par parthénogenèse, ont la capacité de rapidement diluer les attaques de leurs ennemis. Par conséquent, les solutions biologiques capables d'apporter une alternative à l'utilisation des insecticides, dans un contexte de grandes cultures, ne permettent pas encore d'assurer des rendements de production à un prix compétitif. (NAUEN *et al.*, 2003).

Une autre voie actuellement envisagée est la formulation de nouveaux insecticides appelés bioinsecticides. Ces insecticides sont conçus pour perturber certaines fonctions biochimiques essentielles à la survie de l'insecte ravageur visé. En ciblant des protéines à structure tridimensionnelle particulière et propres à un groupe d'insectes, ils garantissent un haut niveau de sélectivité et, par conséquent, ne présentent que peu ou pas de risque pour la santé humaine, les espèces non ciblées et l'environnement. Si l'idée de perturber, chez les pucerons, au moyen d'un bio-insecticide, les voies biosynthétiques de l'hormone juvénile, des phéromones sexuelle et/ou d'alarme, paraît séduisante, le caractère quasi universel des enzymes de la voie du mévalonate dans les règnes animal et végétal constitue un obstacle évident à l'élaboration d'inhibiteurs ciblant une des enzymes de cette voie ; un tel inhibiteur risquerait en effet d'avoir une action sur une multitude d'autres organismes. Néanmoins, les enzymes impliquées dans les dernières étapes de la biosynthèse des mono- et sesquiterpènes sont plus spécifiques à celles-ci. Par conséquent, elles constituent des cibles plus intéressantes. (NAUEN *et al.*, 2003).

Chapitre 03 : Auxiliaires et compétition intragilde

3.1. Définition de la compétition intragilde

Le terme de compétition interspécifique est employé lorsqu'une espèce engendre des effets négatifs sur une autre espèce (**Chase et al., 2002**). Lorsque cette compétition s'effectue entre individus appartenant à la même guild, la notion de compétition intragilde sera préférée. Une guild est définie comme étant l'ensemble des espèces exploitant la même ressource alimentaire, sans tenir compte de son mode de nutrition, de son écologie ou de sa position taxonomique (**Polis et al., 1989**). La compétition intragilde peut être indirecte lorsque plusieurs individus se nourrissent de la même ressource alimentaire et que cette dernière est présente en trop faible quantité. Cette interaction est alors appelée compétition d'exploitation. Mais la compétition intragilde peut également se dérouler de façon directe lorsque les individus d'une même guild se blessent l'un l'autre, même lorsque leur ressource alimentaire est suffisante. Elle est alors appelée compétition d'interférence (**Soares et Serpa, 2007**).

3.2. Prédation intragilde

La prédation intragilde (également abrégée IGP) a lieu lorsqu'un membre d'une guild s'attaque à un autre membre de la même guild. Dans ce cas, le prédateur est appelé prédateur intragilde ; la proie (compétiteur) est appelée proie intragilde et leur ressource commune, la proie extragilde. La prédation intragilde affecte non seulement le prédateur et la proie intragilde mais également la proie extragilde, à la fois aux niveaux individuel, populationnel et communautaire (**Lucas, 2005**).

A ce dernier niveau, elle peut causer une ségrégation spatiale et temporelle des prédateurs et des proies intragildes, restreignant les proies intragildes à des habitats ou des périodes moins appropriés. Elle peut donc affecter la distribution, l'abondance et l'évolution de celles-ci (**Sih et al., 1985**). La prédation intragilde peut aboutir à un scénario soit disruptif, soit régulateur. Dans le premier cas, la prédation intragilde génère des effets antagonistes sur la prédation de pucerons. La proie intragilde est affectée négativement et, de ce fait, les populations de pucerons sont libérées du contrôle exercé par celle-ci. Dans le second cas, la prédation intragilde génère des effets de synergie, ce qui aboutit à un contrôle plus efficace de la proie extragilde (**Lucas, 2005**).

Trois scénarios différents peuvent être observés : la proie est tuée et consommée, la proie est tuée mais pas consommée ou la proie n'est pas tuée mais la prédation intragilde génère des effets sub-létaux (**Lucas, 2005**). Divers types de prédation intragilde peuvent être observés (**Lucas, 2005**):

- **l'IGP protectrice** : le prédateur tue la proie intragilde avant d'entrer dans une période de vulnérabilité afin de se protéger. Cette prédation est facultative ;
- **l'IGP compétitive** : le prédateur consomme la proie intragilde dans le but d'éliminer un compétiteur. Elle est aussi facultative ;

- **l'IGP nutritionnelle** : une telle prédation s'observe lorsque la proie intragilde possède une valeur nutritive plus importante que celle de la ressource nutritive alternative ;
- **l'IGP opportuniste** : le prédateur sélectionne la proie en fonction de sa taille, sans se soucier de la guildes à laquelle elle appartient.

La prédation intragilde peut être soit unidirectionnelle, soit mutuelle. La première caractérise une relation où l'un des membres de la guildes est toujours le prédateur, on parle dans ce cas de prédation asymétrique. Lors de la seconde, également appelée prédation symétrique, le prédateur peut devenir la proie et vice versa (**Lucas, 2005**). La prédation intragilde se déroulant entre prédateurs et parasitoïdes est toujours asymétrique (**Polis et al, 1989**).

3.3. Compétition intragilde chez les aphidiphages

3.3.1. Acteurs impliqués

La guildes des aphidiphages est particulièrement riche en représentants. Elle est constituée d'au moins 12 familles : les Coccinellidae (**Dixon, 2000**), Carabidae (**Lang, 2003**), Chrysopidae (**Lucas et al., 1997b**), Syrphidae (**Hindayana et al., 2001**), Cecidomyiidae (**Lucas et al., 1998**), Nabidae (**Rosenheim et al., 1999**), Reduviidae (**Rosenheim et al., 1999**), Pentatomidae (**Lucas et Alomar, 2001**), Anthocoridae (**Rosenheim et al., 1999**), Lygaeidae (**Rosenheim et al., 1999**), Thomisidae (**Hodge, 1999**), Formicidae (**Lucas, 2005**). Dans la plupart des cas, plusieurs stades sont impliqués dans l'interaction.

La prédation intragilde est très fréquente dans les systèmes aphidiphages et constitue probablement un facteur primaire de mortalité pour la plupart des stades vulnérables d'espèces aphidiphages. Elle peut impliquer des prédateurs, des parasitoïdes et des pathogènes.

Les parasitoïdes primaires de pucerons sont essentiellement les *Braconidea* (*Aphidiinae*) ou les *Chalcidoidea* (*Aphelinidae*), tous deux faisant partie de l'ordre des Hyménoptères. Les parasitoïdes primaires aphidiphages sont attaqués par deux types de parasitoïdes secondaires, appartenant également à l'ordre des Hyménoptères.

Les premiers, appelés « hyperparasitoïdes », déposent un œuf dans le corps du parasitoïde primaire, à l'intérieur du puceron vivant. Les seconds, les parasitoïdes de momies, attaquent le parasitoïde après qu'il ait provoqué la momification du puceron (**Müller et Godfray, 1999**). Les parasitoïdes peuvent également être attaqués par des prédateurs. Dans ce cas, la survie des parasitoïdes présents à l'intérieur de pucerons dépend essentiellement de la densité de prédateurs et de la densité de proies alternatives. Au champ, la prédation sur les momies de pucerons est exclusivement due à des prédateurs aphidiphages spécialisés. Mais certaines espèces polyphages de la famille des Anthocoridae peuvent également l'exercer (**Meyhöfer, 2001**).

3.3.2. Prédateurs intraguïdes

Les prédateurs aphidiphages s'agrègent dans des habitats où une densité élevée de pucerons est présente (**Hemptinne et al., 1992**). Par conséquent, la densité de proies diminue de par la prédation. Les prédateurs élargissent dès lors leur diète et augmentent leur activité de recherche pour couvrir leurs besoins nutritionnels. Il en résulte un risque de mortalité plus élevé pour les proies intraguïdes (**Meyhöfer, 2001**).

Les prédateurs peuvent être attaqués par d'autres prédateurs, par des pathogènes généralistes et également par des parasitoïdes généralistes (**Rosenheim et al., 1995**). En tant que prédateurs intraguïdes, ils peuvent attaquer des pucerons parasités (**Brodeur et Rosenheim, 2000**) ou d'autres espèces prédatrices. Certains, tel *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera : Cecidomyiidae) sont des prédateurs spécialistes de pucerons. D'autres, comme *Adalia bipunctata* ou les larves de *Chrysoperla carnea*, sont polyphages, pouvant également consommer d'autres insectes (thrips, cochenilles, acariens, aleurodes, œufs ou larves de coléoptères, de lépidoptères,...) (**Canard et Principi, 1984 ; Hodek, 1996**). Certaines espèces aphidiphages, comme *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera : Miridae), peuvent être zoophytophages, consommant à la fois des parties de plantes et des pucerons (**Lucas et Alomar, 2001**).

Un prédateur spécialiste est moins adapté à l'attaque de proies non-préférentielles. Ceci peut constituer un désavantage lors de confrontation avec un prédateur généraliste (**Lucas et al., 1998**). Mais un prédateur aphidiphage spécialiste n'est pas toujours perdant lors d'une rencontre avec un prédateur aphidiphage généraliste. Par exemple, le prédateur spécialiste de pucerons, *Episyrphus balteatus*, est capable de se défendre et de tuer des coccinelles et des chrysopes, prédateurs généralistes (**Hindayana et al., 2001**).

Certaines espèces, comme le crabe-araignée *Misumena vatia* (Arthropoda : Thomisidae) (**Yasuda et Kimura, 2001**) ou la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* (**Snyder et al., 2004a**), jouent un rôle de super-prédateur. D'autres prédateurs possédant un corps large peuvent également agir comme tel ou comme un prédateur d'ordre supérieur (**Rosenheim, 1998**). De même, des stades de développement présentant de larges individus peuvent jouer le rôle de prédateurs dans l'interaction. Lorsque les prédateurs entrent en relation avec des pucerons parasités ou infestés de pathogènes, ils se comportent généralement comme des prédateurs intraguïdes (**Lucas, 2005**).

3.3.3. Proies intraguïdes

De manière générale, ce sont les individus de petite taille qui se font attaquer par les plus grands. Des individus plus larges sont capables de combattre plus longtemps que les petits car ils ont des réserves énergétiques proportionnellement plus importantes (Peters, 1983). De plus, ils possèdent de plus larges mandibules (**Griffiths, 1992**). Mais cette règle ne s'observe pas dans tous les cas. Par exemple, lorsqu'elles présentent toutes deux des tailles similaires, les larves de chrysopes sont supérieures aux larves de coccinelles (**Lucas et al., 1998**). De

même, le troisième stade larvaire de *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera : Chrysopidae) est pratiquement toujours vainqueur lors de confrontations avec les larves de quatrième stade de la coccinelle *Coleomegilla maculata* Lengi (Coleoptera : Coccinellidae) qui possèdent une taille plus importante que lui. Ceci pourrait s'expliquer par la plus grande agressivité de *C. rufilabris* ou par la forme de ses parties buccales, permettant une prise solide (Lucas et al., 1998).

Les insectes peu mobiles jouent souvent le rôle de proie intragilde. Cette constatation peut s'illustrer par divers exemples. Lorsqu'ils ne sont pas protégés, les œufs sont très susceptibles à la prédation intragilde (Dixon, 2000). Il en va de même pour la plupart des pupes de prédateurs holométaboles, celles-ci étant immobiles (Lucas et al., 2000). Lors de la mue et du stade pupal, la plupart des prédateurs aphidiphages ont une sensibilité accrue à la prédation intragilde. Par exemple, lors de l'exuviation, les coccinelles sont immobiles et exemptes de véritable tégument (Lucas et al., 2000). Malgré la présence d'un tégument plus sclérifié et le développement de stratégies défensives, le stade pupal constitue également une période sensible à la prédation intragilde (Lucas et al., 1998 ; 2000). L'accroissement de la vulnérabilité à ce stade n'a cependant pas été observé chez les syrphes (Lucas, 2005), les chrysopes (Lucas et al., 1998) et les cécidomyies (Lucas, 2005).

La prédation intragilde ne dépend pas uniquement de la différence de taille entre prédateurs et proies et de la mobilité de ces dernières, les mécanismes de défense développés jouent également un rôle important. Ceux-ci peuvent être divers:

- Eviter toute rencontre avec le prédateur en sélectionnant des sites ou des périodes différentes (Fréchette et al., 2003) ;
- Réduire la probabilité de détection ou d'identification comme proie potentielle par les prédateurs intragildes. Par exemple, les œufs de certaines espèces de coccinelles sont protégés par des composés chimiques induisant une réponse répulsive chez les autres espèces de coccinelles, empêchant de ce fait la prédation (Hemptinne et al., 2000);
- Eviter tout contact direct lors de rencontres avec les prédateurs. Le comportement de fuite (envol, chute, déplacement, retraite,...) est le mécanisme de défense le plus fréquent contre les prédateurs intragildes (Lucas et al., 1997b). Mais le manque d'un tel comportement peut parfois être bénéfique, étant donné que certains prédateurs, comme *E. balteatus*, ont un faible taux de prédation sur les proies immobiles (Hindayana et al., 2001);
- Eviter d'être subjugué par les prédateurs. Les proies peuvent posséder des poils sensitifs (Yasuda et Kimura, 2001) ou des épines dorsales ou même sécréter des substances orales qui leur permettent de se défendre face à la prédation intragilde (Hindayana et al., 2001);

- Eviter d'être consommé et digéré par les prédateurs, en exprimant certains composés chimiques toxiques de surface par exemple (Hemptinne et al., 2000).

3.3.4. Proies extraguilides

La ressource alimentaire de la guilde des aphidiphages est essentiellement constituée par les pucerons appartenant à la super-famille des *Aphidoidea* (Lucas, 2005). Une augmentation du nombre de ces proies extraguilides entraîne généralement une diminution de l'intensité de prédation intraguilde (Lucas et al., 1998).

Mais certaines exceptions peuvent être observées : le cannibalisme et la prédation intraguilde développés par *H. axyridis* ont lieu même lorsque les pucerons sont présents en grande quantité (Pell et al., 2008) ; un taux de prédation intraguilde similaire est observé sur les momies parasitées en absence ou en présence de proies extraguilides (Hindayana et al., 2001). Quatre scénarios théoriques peuvent caractériser l'influence de la densité de proies extraguilides sur l'intensité de la prédation intraguilde en ce qui concerne les invertébrés terrestres :

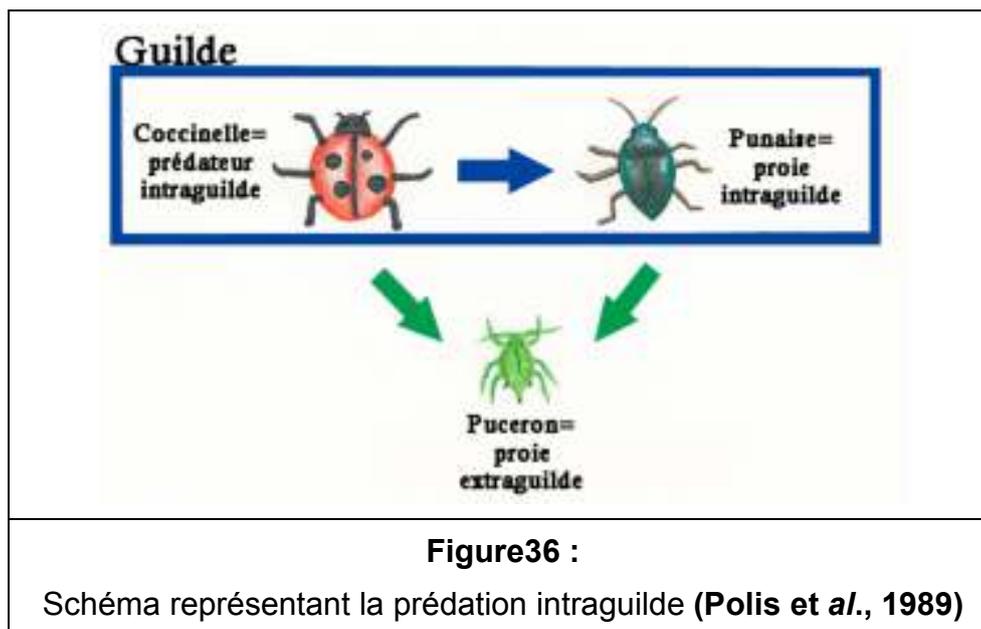
1) **La prédation intraguilde décroît de façon régulière** lorsque la densité de proies extraguilides augmente. Ceci s'observe lorsque les deux prédateurs cherchent les proies de façon aléatoire, sans que leur comportement de recherche n'influence leurs chances de rencontre ;

2) **La prédation intraguilde décroît de façon exponentielle** lors de l'ajout de proies extraguilides. Dans ce cas, la confrontation représente un risque pour les deux protagonistes et, lorsque des proies extraguilides sont en présence, les prédateurs évitent toute interaction intraguilde ;

3) **La prédation intraguilde demeure constante** quelle que soit la densité de proies extraguilides. Ceci pourrait être dû à divers facteurs : les prédateurs ne courent aucun risque lors de rencontres et d'attaques de proies intraguilides ; les comportements de recherche de proies augmentent le taux de rencontre entre les deux prédateurs ; la concentration des ressources augmente le risque de confrontation entre les deux prédateurs ;

4) **La prédation intraguilde reste constante et élevée** à de faibles densités de proies extraguilides mais diminue à de très importantes densités. Ce déclin de prédation intraguilde peut s'expliquer de deux façons : les prédateurs peuvent avoir recours à la prédation intraguilde pour éliminer des compétiteurs potentiels lorsque la densité de proies extraguilides est trop faible ; en présence d'une densité importante de proies extraguilides, les proies intraguilides peuvent profiter d'un effet de dilution, qui augmente leurs chances de survie (Lucas et al., 1998).

La structure d'âge de la colonie de pucerons influence également l'intensité de la prédation intraguilde. Par exemple, la présence de pucerons âgés, plus mobiles, augmente la sensibilité des cécidomyies à la prédation par les chrysopes (Lucas, 2005).



3.3.5. Rôle des fourmis dans la prédation intraguilde

L'impact des fourmis peut être de deux natures différentes : elles peuvent consommer les pucerons (et donc appartenir à la guilde) ou les protéger contre les prédateurs. Plus de 25% des espèces de pucerons sont défendues par les fourmis (Lucas, 2005). La guilde des aphidiphages est donc régulièrement confrontée à des pucerons soutenus par ces dernières.

Leurs impacts sur les prédateurs varient en fonction de l'espèce de fourmis considérée (Bristow, 1984). En attaquant les prédateurs, les fourmis peuvent conférer une protection à certaines espèces de parasitoïdes. Par exemple, il a été mis en évidence que le parasitoïde *Lysiphlebus japonicus* (Hymenoptera : Aphidiidae) se rencontre plus souvent dans des colonies de pucerons protégés par des fourmis que dans les autres (Kaneko, 2002). Les espèces de fourmis présentes déterminent l'apparition d'hyperparasitoïdes dans la colonie de pucerons. Certaines associations positives entre prédateur et pucerons protégés par les fourmis ont été observées, comme c'est le cas pour *A. aphidimyza* (Lucas et al., 1998).

Ce moucheron, très vulnérable à la prédation intraguilde, tire parti de l'agrégation des pucerons et peut augmenter ses bénéfices en attaquant des pucerons protégés par les fourmis. Ceci est certainement lié à son comportement furtif. Malgré certaines études récentes sur le sujet, l'impact des fourmis sur la prédation intraguilde, particulièrement les effets indirects sur les interactions entre les prédateurs aphidiphages, reste peu compris. De plus amples recherches devraient donc être effectuées (Lucas, 2005).

3.4. La prédation Intraguilde en lutte biologique (figure 37) :

La prédation intraguilde est un élément important à considérer en lutte biologique car elle peut avoir des impacts considérables sur la pratique (Rosenheim, J. A et al., 1995). Elle peut générer une multitude d'effets indirects sur les espèces

qui l'accompagnent, ce qui peut être tributaire du succès ou de l'échec d'un programme de lutte biologique (**Lucas, 2001**).

Trois principaux scénarios sont à considérer lorsque des agents sont relâchés dans le cadre d'un programme de lutte biologique (**Polis et al., 1989**): il se peut que les agents relâchés s'attaquent entre eux (**Lucas, 2001**). il se peut également que l'agent relâché s'attaque aux ennemis naturels indigènes et finalement (**Polis, Holt, 1992**), il est possible que les ennemis naturels indigènes s'attaquent à l'agent relâché (**Rosenheim et Wilhoit, (1993a), Rosenheim et Wilhoit (1993b), Rosenheim et al., (1995)**).

La prédation intraguildale est souvent perçue comme un élément négatif à la lutte biologique (**Rosenheim et Wilhoit, 1993**), mais elle peut parfois s'avérer utile (**Lucas, 2001 ; Müller et Brodeur, 2002**). Effectivement, dans un bon programme de lutte biologique, il est préférable que l'interaction entre l'agent de contrôle et la proie se poursuive au fil des ans et qu'un équilibre s'établisse entre les deux. Si l'agent de contrôle est la proie intraguildale d'un prédateur intraguildale, ce prédateur peut favoriser la stabilisation de la population de l'agent de contrôle. Ainsi, en contrôlant à la fois le ravageur et l'agent de contrôle, cette interaction peut être la cause de la réussite d'un programme de lutte biologique (**Lucas, 2001**). Toutefois, il est très complexe de définir dans quelles conditions cette interaction a un effet stabilisateur sur la structure des communautés (**Müller et Brodeur, 2002**).

Le cas du puceron du coton est un bon exemple pour rappeler l'importance de considérer la prédation intraguildale en lutte biologique. En 1993, un programme de lutte biologique a été mis sur pied en vue de contrôler le puceron *Aphis Gossypii* communément appelé le puceron du coton. C'est la chrysope prédatrice *Chrysoperla carnea* qu'on relâcha massivement dans les champs de coton américain afin de contrôler le ravageur. Toutefois, malgré des expériences en laboratoire prometteuses, le programme a eu un très faible impact sur les populations de pucerons (**Lucas, et al., 1998**). Cet insuccès a été attribué aux prédateurs indigènes des pucerons, comme les punaises et les coccinelles, qui s'attaquaient à l'espèce prédatrice introduite *Chrysoperla carnea*. L'interaction entre ces espèces est de type prédation intraguildale puisqu'elles ont toutes comme proie le puceron du coton, en plus de s'attaquer entre elles. Dans ce cas-ci, la prédation intraguildale a empêché l'ennemi naturel de contrôler le ravageur.

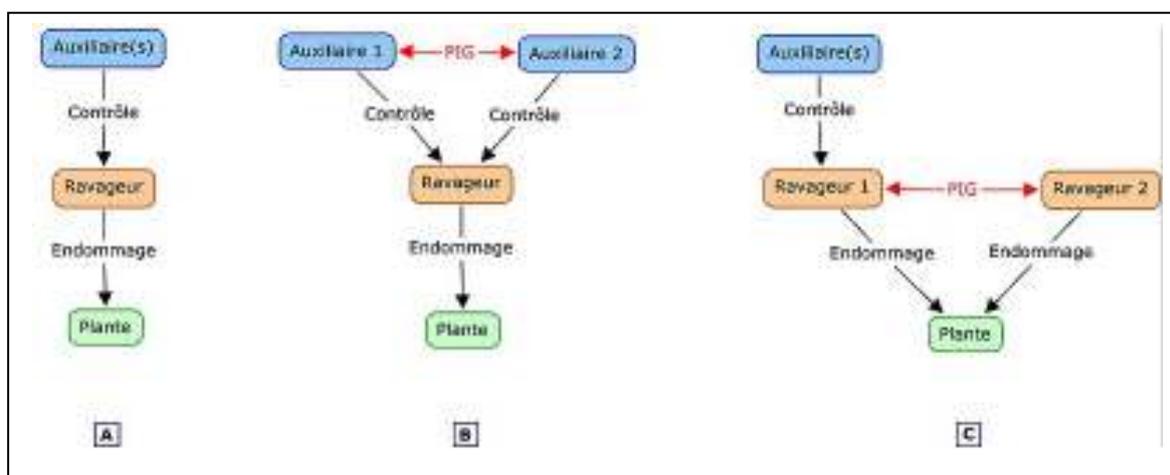


Figure37 : schéma représente la prédation Intraguildale en lutte biologique (**Polis et al., 1989**)

3.5. Cas particulier d' *Harmonia axyridis* Pallas

3.5.1. Prédation intraguilde avec les autres prédateurs de pucerons

Etant donné ses propriétés de super-prédateur, *H. axyridis* engage en général une prédation intraguilde asymétrique avec les autres prédateurs. Une étude récente menée par **Cottrell (2007)** indique qu'il est plus probable que la larve d'*H. axyridis* s'engage dans la prédation intraguilde des œufs de *Coleomegilla maculata* (De Geer), *Cycloneda munda* (Say) (Coleoptera : Coccinellidae), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera : Coccinellidae) et *Olla v-nigrum* Mulsant (Coleoptera : Coccinellidae), que les œufs d'*H. axyridis* soient les proies intraguildes des larves de ces espèces.

Ceci est en accord avec une étude antérieure de **Cottrell (2004)** démontrant que ni les larves de *C. maculata*, ni celles d' *O. v-nigrum* ne sont capables d'accomplir leur cycle de développement en se nourrissant d'œufs d'*H. axyridis* tandis que la coccinelle asiatique peut compléter son développement à partir d'un régime alimentaire constitué d'œufs de *C. maculata* ou d'*O. v-nigrum*. Les adaptations défensives (physiques ou chimiques) sont souvent efficaces pour réduire la vulnérabilité des stades immobiles (œuf, prépupe, puppe) à la prédation intraguilde ou au cannibalisme. Selon certaines études, les substances répulsives retrouvées à la surface des œufs de *Calvia 14-guttata* (L.) (Coleoptera : Coccinellidae) (**Ware et al., 2007 cité par Pell et al., 2008**) et d'*Eocaria muiri* Timberlake (Coleoptera : Coccinellidae) (**Ware et al., 2008 cité par Pell et al., 2008**) sont susceptibles de jouer un rôle défensif contre la prédation intraguilde d'*H. axyridis*.

Une étude sur la compétition intraguilde engagée par *H. axyridis* sur les stades immatures de coccinelles anglaises et japonaises a été menée en laboratoire par Ware et Majerus en 2007. Douze espèces de coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) ont été testées : 8 provenant de populations anglaises (*Coccinella 7-punctata* L., *Adalia 2-punctata* (L.), *Adalia 10-punctata* (L.), *Propylea 14-punctata* (L.), *C. 14-guttata*, *Anatis ocellata* (L.), *Harmonia 4-punctata* (Pontoppidan), *Coccinella 5-punctata* L.) et 4 issues de populations japonaises (*Coccinella 7-punctata brucki* Mulsant, *Cheilomenes 6-maculatus* (Fabricius), *Propylea japonica* Thunberg and *E. muiri*). Généralement, *H. axyridis* se comporte comme un prédateur intraguilde envers toutes ces espèces, à l'exception d' *A. ocellata*. Cette étude démontre qu'aucune différence de sensibilité à la prédation intraguilde d' *H. axyridis* ne peut être mise en évidence entre les coccinelles anglaises et japonaises (**Ware et Majerus, 2007**).

Les coccinelles sont communes dans la guilde des aphidiphages. Pour cette raison, de nombreuses études considérant le rôle d' *H. axyridis* en tant que prédateur intraguilde se sont focalisées sur les interactions avec les autres Coccinellidae. Cependant, la coccinelle asiatique interagit avec de nombreux autres insectes prédateurs. **Phoofolo et Obrycki (1998)** et **Gardiner et Landis (2007)** ont tous deux suggéré le potentiel d'*H. axyridis* à être un prédateur intraguilde de *Crysoperla carnea*. Cependant, *C. carnea* est capable de se nourrir d'œufs d'*H. axyridis* (**Phoofolo et Obrycki, 1998**) et de récentes observations (**Fremlin, 2007**) indiquent que *C. carnea* peut également attaquer les pupes de la coccinelle

asiatique. De ce fait, la relation devrait être considérée comme étant (légèrement) symétrique. Certaines études se sont penchées sur les relations entre la punaise *Podisus maculiventris* Say (*Heteroptera* : *Pentatomidae*), également prédateur de pucerons, et la coccinelle asiatique. Des tests de laboratoire réalisés par **Hough-Goldstein et al. (1996)** ont démontré que bien que *P. maculiventris* ne consomme pas d'adultes d'*H. axyridis*, elle est capable de se nourrir de ses larves lorsqu'aucune autre source de nourriture ne lui est fournie. Une étude plus récente (**De Clercq et al., 2003**) a démontré que les interactions entre *P. maculiventris* et *H. axyridis* en absence ou en présence de proies extraguïdes (*Spodoptera littoralis* Boisduval (*Lepidoptera*: *Noctuidae*) ou *Myzus persicae* (Sulzer) (*Hemiptera*: *Aphididae*)) sont asymétriques en faveur de la punaise. *Podisus maculiventris* peut se nourrir des œufs ou des larves d'*H. axyridis* mais rarement de ses adultes. En revanche, *H. axyridis* n'attaque *P. maculiventris* que très rarement. *Harmonia axyridis*, en consommant les proies intraguïdes larges et mobiles, peut diminuer la pression exercée par ces dernières sur les herbivores. Cependant, elle est elle-même large, mobile, bien protégée, multivoltine et très vorace, ce qui pourrait compenser les effets de la prédation intraguïde, du moins à court terme (**Pell et al., 2008**).

3.5.2. Prédation intraguïde avec les parasitoïdes

La présence ou l'activité récente d'un prédateur coccinelle dans une colonie de pucerons peut réduire le taux d'oviposition des parasitoïdes de pucerons (**Taylor et al., 1998**). Une étude basée sur des pucerons *Aphis craccivora* Koch (*Homoptera* : *Aphididae*) parasités par *Aphidius colemani* Viereck (*Hymenoptera* : *Braconidae*) démontre que la coccinelle asiatique préfère se nourrir d'autres pucerons que de ceux parasités (**Takizawa et al., 2000 a**).

Cependant, pour d'autres parasitoïdes, elle ne fait pas de distinction. Par exemple, l'adulte d'*H. axyridis* peut se nourrir de 'momies' de pucerons parasités par *Aphelinus asychis* Walker (*Hymenoptera* : *Aphelinidae*) mais ceci ne semble pas affecter le niveau global de parasitisme. En effet, des essais réalisés en serre par **Snyder et al. (2004)** révèlent qu'*H. axyridis* se nourrit autant de pucerons que de momies. Le pourcentage de parasitisme n'est donc pas diminué par la présence de la coccinelle asiatique.

La coccinelle asiatique peut se nourrir par inadvertance de pucerons parasités n'ayant pas encore été momifiés. Mais une étude réalisée par **Takizawa et al. (2000 b)** a démontré que ni sa nutrition, ni sa période de développement, ni son poids n'étaient affectés lorsqu'elle se nourrissait de pucerons contenant des larves de parasite. Cependant, sa période de développement et son poids sont affectés lorsqu'elle se nourrit de pucerons présentant un parasite au stade de pupa (**Takizawa et al., 2000b**).

Introduction générale

Un des enjeux majeurs pour les agricultures du monde, est d'assurer en quantité, qualité et sûreté sanitaire une production alimentaire répondant aux besoins des populations, tout en respectant les principes d'un développement durable de la planète. Compte tenu, d'une part, de l'importance des dégâts des bioagresseurs sur les cultures et d'autre part, des effets négatifs secondaires sur l'environnement par des moyens de lutte classiquement utilisés, une évolution raisonnée de la protection des cultures est plus particulièrement une des conditions de son succès. **(DEGUINE et FERRON, 2006)**

En Algérie, l'agriculture est d'un grand intérêt économique, principalement au niveau des zones où les productions arboricoles sont importantes. L'agrumiculture algérienne est surtout répandue dans la plaine de la Mitidja. BELLABES (2010) mentionne qu'en vingt ans, le verger agrumicole est passé de 45 000 hectares à 63 600 hectares. Les rendements moyens ont évolué de 7.6 tonnes /ha en 1990 à 16,7 tonnes /ha en 2009. La production était de 420.000 tonnes dans les années 1970 une chute est enregistrée au cours des années 1990 avec 300 000 tonnes. En 2009, le niveau de la production était de 845 000 tonnes ; avec un verger en production estimé à 1435.000 hectares. C'est une performance que l'Algérie n'avait pas atteint depuis longtemps, selon le même auteur.

La culture d'agrumes est soumise cependant à la pression d'une multitude de bioagresseurs (champignons, bactéries, virus, nématodes et insectes) pouvant soit occasionner des pertes sévères en rendement, soit altérer la qualité des productions ou des plants qui se traduisent par un déclassement, voire une non commercialisation.

La présence de pucerons sur les agrumes est un problème fréquent. Les pucerons sont présents sur les vergers d'agrumes durant les trois grandes phases de croissance végétative. Ils peuvent se trouver sur tous les organes, mais les colonies les plus importantes sont observées sur les jeunes pousses et leur feuillage. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont, le puceron vert *Aphis spiraecola* ; le puceron noir *Toxoptera aurantii* ; le puceron vert du pêcher *Myzus persicae*, d'après BELLABAS (2010). Les pucerons affaiblissent la plante en prélevant la sève et peuvent provoquer des maladies car ils sont vecteurs de virus. De plus, ils déprécient indirectement à travers l'installation des fumagines, la qualité commerciale des fruits.

Actuellement, les augmentations des traitements chimiques font inexorablement élever le taux de résidus d'insecticides néfastes aux utilisateurs, consommateurs mais surtout à l'environnement. L'utilisation massive de produits aphicides a conduit à la sélection de populations de pucerons résistants. Comme la découverte et le développement de nouveaux insecticides chimiques sont désormais en nette diminution, il reste peu d'alternatives pour lutter contre les pucerons qui sont maintenant résistants à plusieurs familles d'insecticides.

Les pullulations de certains ravageurs font parties du fonctionnement écologique de l'agrosystème, lorsqu'il y a un déséquilibre, **(BERTRAND, 2001)**. Les auxiliaires, groupe trophique essentiel dans les chaînes alimentaires, sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation de «densité-dépendance» aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour

d'un état d'équilibre (**JOURDHEUIL, 1983**). L'auxiliaire, vivant au dépend de sa proie, se développera toujours avec ce temps de latence.

Les auxiliaires sont des organismes vivants différents en raison des rôles de diverses natures qu'ils peuvent jouer au sein d'une même niche écologique. Les entomologistes exploitent surtout la diversité des cortèges parasitaires, riches en prédateurs et parasites. Dans tous les cas, une identification fiable et une caractérisation fine de ces auxiliaires, conduites le plus souvent jusqu'au niveau infraspécifique, s'avèrent nécessaires pour permettre une exploitation optimale des mécanismes biologiques ainsi mis en jeu. Les Diptères (syrphes et cécidomyies), les Neuroptères (chrysopes) et les Hyménoptères sont, au stade adulte, floricoles. Avec les Coléoptères (coccinelles, staphylins et cantharides), ils sont les principaux entomophages de pucerons.

Différentes études algériennes dans la bibliographie ont fait état de la situation aphidienne dans les vergers agrumicoles en prenant en compte les effets des facteurs abiotiques et biotiques sur les populations. Plus récemment, les études des interactions entre la plante hôte et l'occurrence des pucerons sont de plus en plus convoitées, des tests d'application de biopesticides formulés à partir des extraits de plantes sont réalisés en vue d'entrevoir des solutions alternatives aux pesticides chimiques, alors que certains travaux font état des inventaires entomofauniques mentionnant les catégories d'aphidiphages présents. Les travaux de SAHARAOU (2009) se sont penchés sur l'étude des coccinellidae inféodés aux vergers d'agrumes. D'autres études sont en cours en vue de mettre en exergue les interactions entre les aphides des agrumes et leurs aphidiphages en considérant les systèmes de régie dans les vergers (MOSTEFAOUI, com. Personnelle).

Dans ce travail, nous nous proposons d'étudier le complexe auxiliaire de deux vergers d'agrumes choisis dans la Mitidja centrale, tout en mettant l'accent sur l'évolution conjuguée des populations aphidiennes et leurs aphidiphages associés durant deux poussées de sève printanière et estivale. Dans le contexte de cette étude, nous cherchons à connaître d'une part, quels sont d'abord les aphidiphages les plus prépondérants et s'ils sont efficaces par rapport à leurs abondances dans les vergers. D'autre part, nous cherchons à caractériser les auxiliaires circulants dans les vergers de clémentinier précisément pendant la période printanière afin de mieux gérer les interventions en matière de traitements phytosanitaires.

Conclusion et Perspectives

Dans notre pays, l'agrumiculture constitue aujourd'hui, d'un point de vue économique, une culture très importante. Les problèmes phytosanitaires de cette dernière sont classés parmi les contraintes majeures pour le développement de ce secteur.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence, deux objectifs, le premier est d'apporter une contribution sur la connaissance des espèces aphides et auxiliaires présente en clémentinier dans de la région de Mitidja centrale, en employant une comparaison de plusieurs techniques d'échantillonnage et de chercher à travers cette étude des facteurs écologiques qui expliquent la distribution de l'entomofaune. Le second est de cerner certains aspects de la bio-écologie des ravageurs redoutables sur agrumes et qu'il s'agit du puceron d'*Aphis spiraecola* et *A. gossypii* et de chercher à travers une information sur leurs fluctuations durant les trois poussées de sève de la plante hôte, de façon à caractériser des stratégies à couvrir les principaux stades phénologiques sensible aux attaques et de mettre en évidence une prévention contre ces espèces nuisibles, sans pour autant nuire aux espèces utiles.

L'évolution des agro-écosystèmes est fortement perturbée par les changements environnementaux dont l'impact des bioagresseurs et/ou les activités anthropiques englobant les divers traitements phytosanitaires, la fertilisation et d'autres pratiques culturales. La connaissance des interactions entre les ravageurs et leurs plantes hôtes sont un préalable nécessaire pour l'amélioration des techniques de lutte et le développement de méthodes alternatives à la lutte chimique

Le puceron et leur axillaire sont des fléaux à intérêt économique considérable et qu'il faut surveiller de près. Ce travail qui englobe l'étude de ces ravageurs au même temps nous a permis de mieux comprendre le comportement de ces insectes et de confirmer l'étroite liaison qui existe entre les stades biologiques des insectes et leur taux de développement avec les stades phénologiques de la plante et son état de « santé ». Cependant, ces ravageurs sont également influencés par d'autres facteurs, d'où ceux climatiques et par leur génotype qui programme chacune de leur activité biologique. Il est à noter que lorsque les insectes sont soumis à un stress, ils changent de comportement de façon à répondre au mieux à leurs besoins, ces changements ont été bien démontrés par le calcul de l'ordre d'apparition qui a montré une différence entre les insectes.

En fin, l'étude réalisée a permis d'avoir une idée sur les insectes ravageurs et auxiliaires existants dans les trois poussées de sève dans de la région de de Mitidja centrale. En effet, quel que soit la méthode d'échantillonnage, le nombre et le durée de travail sur le terrain, il est très peu probable, que toutes les espèces que nous avons pu rencontrer ainsi que leurs effectifs restent toujours au-dessous du nombre et de l'effectif réel des espèces qu'abrite ce milieu. Cette étude a fait ressortir en parallèle quelques facteurs écologiques pouvant être affecté la distribution du peuplement d'insectes rencontrent dans le verger. Il serait alors très utile de compléter ce travail par des études plus approfondies sur l'impact d'extraits phénologiques des feuilles de clémentinier sur le potentiel biotique de ces redoutables

Conclusion et Perspectives

ravageurs ainsi que sur celui des insectes entomophages et qu'en fin les perspectives envisagées nous permettent de répondre à ces deux questions:

- 1- Quel est l'effet de ces composés phénoliques (médiateurs chimiques informatives) sur les auxiliaires?
- 2- Peut-on les proposer en tant que bio-insecticides ne constituant aucun effet néfaste sur l'environnement?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABBASSI M., 1996** - Rapport de mission : symposium sur la gestion du problème de la mineuse des agrumes. Orlando, Floride, USA, 22-25 avril, 25p.
2. **ACCODJI J.M.M., 1982** - Contribution à la connaissance des Aphidiens tropicaux: Etude d'*Aphiscitricola* Van Der Goot (Homoptera, Aphididae). Aspects bioécologiques, Nuisibilité et résistance au parasitisme. Aperçu sommaire sur quelques Aphidiens du Bénin. Thèse doct. 3ème cycle en Parasitologie, Pathologie et relations écophysiological. MONTPELLIER (Paris), 161 p
3. **AGELE, S. O., OFUYA, T. I. & JAMES, P. O., (2006)** Effects of watering regimes on aphid infestation and performance of selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25, 73-78.
4. **AGUSTI, M., S. ZARAGOZA, H. BLEIHOLDER, L. BUHR, H. HACK, R. KLOSE y R. STAUSS, 1995**: Échelle BBCH des stades phénologiques des agrumes (*Citrus* spp. L.) *Levante Agrícola* 3, 189-199.
5. **ALLOUNE AMINA, 2011**- Etude du virus de Tristeza des agrumes (*Citrus Tristeza Virus*) dans la plaine de la Mitidja: Identification sérologique et inventaire des vecteurs .Thèse. Ing. Université Saad Dahlab. Blida. Alger. 65p.
6. **ANDRIANTIAN TIANARIVO, S. 2002**. Impacts du traitement phytosanitaire des arbres fruitiers sur les abeilles : cas de l'agrumiculture dans la région d'Ambositra. Ing. U. Antananarivo. 31p
7. **ANONYME, 1976** – La protection phytosanitaire des agrumes en Algérie. Ed. Ciba Geigy, Alger, 159p
8. **ANONYME, 2004**- Les pucerons Dossier technique n°2 – juin 2004.
9. **ANONYME, 1995 a** – Vertimec. How to control the new pest on your *Citrus*. Ed. Trademark of Merck & Co. Inc., 2p.
10. **ANONYME, 1995 a** – Drawin. Wackeragrochimie, 3p.
11. **ANONYME, 2001** – Statistique agricole. Superficies et productions de la campagne 2001-2002. Ed. Minist. Agri., Rev. Agr., Alger, série A, 41p.
12. **ANONYME, 2010**- les ravageurs des agrumes. Thèse. Université Ibn KHALDOUNE –Tiaret Algérie. P67
13. **AROUN M.E.F., 1985** - Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja (Algérie). Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro, EL-Harrach, 125p
14. **ASKEW, R.R. and SHAW, M.R. (1986)**. Parasitoid communities: Their Size structure and development. *Insect parasitoids*. Y.K. Waage & D. Greathead. London, Academic press: 225- 264.
15. **AUGUST A., 1954**- Etude sur la fructification du clémentinier. Fruits et primeurs de l'Afrique du nord. Ed. F.A.M., n°225. pp : 182-190.
16. **BALACHOWSKY A et MESNIL L., 1936** - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed Meryl, Paris, pp: 19- 21.

17. **BELLABAS, A.2010.** Rapport de mission : Etude de base sur les agrumes en Algérie. Consultant national : 45p
18. **BENASSY C., et SORIA F.,1964-** Observations écologiques sur les cochenilles Diapines nuisibles aux Agrumes en Tunisie. An. I.N.R.A., Tunisie, pp. 193-222.
19. **BENOUFFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHRAOUI L., 2008** – inventaire des pucerons des agrumes à Oued Aïssa (TiziOuzou). Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7 et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérie.
20. **BERKANI A., 1989-** Possibilités de régulation d'*Aleurothrixus floccosus* MASK (Hom. Aleurodidae) sur Agrumes par *Cales noacki* HOW. (Hym. Aphelinidae) en Algérie. Th. Doc. Sci. 3ème cycle, Univ. Marseille, 140p.
21. **BERKANI A. et DRIDI B .,1992-** Présence en Algérie de *Parabesia myrica* KWA(*Homoptera, Aleurodidae*) espèce nuisible aux *citrus*. Rev . Fruits, 47(4) ,pp. 539-540.
22. **BERNARD J. F., 2003** – Mouche méditerranéenne des fruits. An. I.N.R.A. , Maroc, 5p.
23. **Bertrand J., 2001.** Agriculture et biodiversité – un partenariat à valoriser. Ed. Educagri
24. **BLONDEL L., 1978** – Classification botanique des espèces du genre Citrus. Rev. Fruits, vol.33,n°11,pp.63-80.
25. **BOUKHALFA H. et BONAFONTE P., 1979** - Observation des populations de l'aleurode des *citrus*, *Dialeurode citri* Ashmed (*Homoptera-Aleurodidae*) dans la plaine de Mitidja pendant la période hivernale et post –hivernale. Rev. Fruit, n°1, Vol. 34, pp.23-235.
26. **BOUKOFTANE A, 2011-** actions trophiques et anthropiques sur les pucerons dans le verger d'agrumes en Mitidja et TIZI –OUZOU. Thèse. Magister. Agro. Univ SAAD DAHLAB. BLIDA. 254p.
27. **BOVE J.M., 1979** - Recherches sur la maladie du Stubborn des agrumes. Rev. Fruits, n°4, Vol.34,pp.263-281.
28. **BRETON L.M. ET J.F. ADDICOTT. 1992.** Density-dependent mutualism in an aphid-ant interaction. Ecology 73(6): 2175-2180
29. **BRUN P., 1973** – Les ravageurs animaux et les moyens de lutte en agrumiculture. Bull. SO. MI. VAC., 68, (3), pp. 87-93.
30. **CANDRESSE, T.; MARTELLI, G.P. (1995)** Closterovirusgenus. Archives of Virology, Supplement 10, 461-464.
31. **CARROLL C. RAND D. H et JANZEN. 1973.** Ecology of foraging by ants. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4: 231-257.
32. **CARLES L., 1984** - La teigne des agrumes .Rev. Fruits, n°361,pp.42-43.
33. **CHAPOT H., 1963** – La clémentine. El Awamia, n°7, rabat pp134
34. **CHEN JQ et al. (1997)** Eur J Plant Pathol 103, 521-36
35. **CLAUDE GODIN, M.SC., GUY BOVIN, PH. D.,(2002)-**Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec. Ed. Agroalimentaire Canada. 33P

36. **CORRY J.S., MYERS J.H. 2000.** Direct and indirect ecological effects of biological control. *Tree*. 15 (4),
37. **COSTAMAGNA AC et LANDIS DA (2007)** Quantifying predation on soybean aphid through direct field observations. *Biological Control*, 42: 16-24
38. **COUTY A, JOUANIN L, PHAM DELEGUE MH., 2002.** Impact de protéines d'origine végétale exprimées dans des plantes transgéniques sur des insectes pollinisateurs et auxiliaires. In : Regnault-Roger C, Philogène B, Vincent C, eds. *Biopesticides d'origine végétale*. Paris : Lavoisier,.
39. **DARTIGUES D., 2001** Interactions entre prédateurs aphidiphages et la fourmi *Tapinoma simrothi*, sur orangers en Kabylie. **Vie et milieu**, vol. 42, n°3-4, pp. 283-287
40. **DEBRAS, J. F. (2007).** Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs: Le cas de Psylle *Cacopsyllapyri* L. dans les vergers du Sud- est de la France. Thèse de Doctorat en sciences de la vie. Université D'Avignon, pays de VAUCLUSE. 240 p.
41. **DEDRYVER C.A., 1982** – Qu'est ce qu'un puceron ? Les pucerons des cultures. Jour. D'étude d'inf. Paris, 2, 3 et 4 mars 1981, A.C.T.A., pp. 9 -20.
42. **DEGUINE J. P et LECLANT F., (1997)** "Aphisgossypii GOLVER (Hemiptera, Aphididae). Les prédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde", Ed. Cent. Inter .rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris, , 112p
43. **DEGUINE J-P. ET FERRON P., 2006-** Protection des cultures, préservation de la biodiversité, respect de l'environnement. Cahiers Agricultures. Volume 15. Numéro 3, 307-11.
44. **DELABIE J. H.C. 2001** .Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha. Mémoire d'Habilitation à Diriger des recherches
45. **DIERL, W. & RING, W., 1988,** Guide des Insectes : la description, l'habitat, les moeurs, Delachaux&Niestlé
46. **DIXON A.F.G. (1998)-** Aphid Ecology. Chapman & Hall, London
47. **DJOUDI, A ; BAHIA, H ; YAHIAOUI, GH.2004-** Les ravageurs des agrumes. U.IBEN KHALDOUNE- TIARET: 63p.
48. **D'ONGHIA, A.M., SAADE P., KHOURY, W., CASTELLANO, M.A., SAVINO, V.1998-** Occurrence and distribution of Citrus Tristeza Virus in Lebanon. *PhytopathologiaMediterranea* PP :75-78.
49. **DOGIMONT C et al. (2003)** Gène de résistance à Aphisgossypii. FR 0300287(Inra, brevet)
50. **DOWN RE, FORD L,WOODHOUSE SD, ET AL., 2003.** Tritrophic interactions between transgenic potato expressing snowdrop lectin (GNA), an aphid pest (peach-potato aphid; *Myzus persicae* (Sulz.)) an a beneficial predator (2-spot ladybird; *Adalia bipunctata* L.). *Transgenic Res* ; 12 : 229-31.
51. **DRIDI B., 1995** -La mouche méditerranéen des fruits, *Ceratitis capitata*. Cycle biologique, originaire de répartition et importance économique. Journées techniques sur la lutte contre la mineuse et la cératite des agrumes I.N.P.V., 10p.
52. **DU Y, POPPY GM, POWELL W, ET AL., 1998.** Identification of semiochemicals released during aphid feeding that attract parasitoid *Aphidius ervi*. *J Chem Ecol* ; 24 : 1355-62.

53. **ETIENNE J., 1972** – Les principales Trypétides nuisibles de l'île de la réunion. Ann. Soc. Ent. France. 8 (2), pp.485-491.
54. **EL HASSANI, N., ET EL ALAMI, OUI. 2004**- Fiche technique : Pucerons des agrumes. No 2 Bulletin de l'ORMVA du Gharb : 1-7.
55. **ETIENNE J. et VILARDEBO A., 1978** – Notes sur les principaux ravageurs des agrumes de l'île de la réunion. Ed. fruits , jol .Ang.,Vol.33, n°12, pp.873-876.
56. **FRANCIS F, MARTIN T, LOGNAY G, 2005.** Role of (E)- farnesene in systematic aphid prey location by *Episyrphus balteatus* larvae. *Eur J Entomo*; 102 : 431-6.
57. **FRAVAL, A, 2006**- Les pucerons – 1ère parties, Insectes n° 141, Office pour les insectes et leur environnement, France, 2e trimestre, p. 3-8.
58. **GAUTIER M., 1993**- La culture fruitière. Vol. 1 : L'arbre fruitier. Ed. Technique et documentation, Paris, pp, 386-392.
59. **GRASSE PP., 1951** - Traité de zoologie : Anatomie, systématique, biologie. E d. Masson e t d e, Paris VI, T. X, Fase. I I, 1 9- 4 2 p.
60. **GRIFFON M., 2000** – Production et consommation d'agrumes dans le monde. Technique de l'ingénieur. Paris (France) 2001, 15p.
61. **GUENARD B., 2007**- Mutualisme fourmis pucerons et guildes aphidiphage associée: le cas de la prédation furtive. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, 133 p.
62. **HARME L N., FRANCIS F., HAUBRUGE E. ET GIORDANENGO P. 2008**- Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n° 4, juillet-août 2008, 395-400.
63. **HAVELKA J & ZEMEK R, 1999**-Life table parameters and oviposition dynamics of various populations of the predacious gallmidge *Aphidoletes aphidimyza*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91. P 481-484
64. **HEMPTINNE J.L. 1989.** Ecophysiologie d'*Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera Coccinellidae). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 156 pp.
65. **HOFFMAN E.T.A. 1974** - Contes fantastiques complets in-8 broché – 3 vol. Ed. Flammarion - Coll. L'Age d'Or. 10-50p.
66. **HÖLLDOBLER B. & WILSON E., 1990.**The ants. Cambridge, MA, USA: The Belknap Press of Harvard University Press
67. **HOLWAY D. A., L. LACH, A. V. SUAREZ, N. D. TSUTSUI et T. J. CASE. 2002.** The causes and consequences of ant invasions. *Annu. Rev. Eco! Syst.* 33: 181- 233
68. **HOWARTH F.G. 1991.** Environmental impacts of classical biological control. *Annu. Rev. Entomology.* 36, 485-509.
69. **HULLE M., TURPEAU E., et LECLANT F, 1998**- Les pucerons des arbres fruitiers, cycle Biologique et activités de vol", Ed. ACTA, Paris, 80p.
70. **INRA. ,2006**-les insectes « puceron Les pucerons - 2e partie », p30-32.
71. **IPERTI G., 1978** - Comportement alimentaire des coccinelles entomophages. *Ann. Zool. Anim.* 10 (3), pp. 405-406.

72. **JOURDHEUIL P., GRISON P ET FRAVAL A. 1991.** La lutte biologique : un aperçu historique. Le Courrier de l'environnement. 15, 37-60.
73. **KRANZ, J., SCHMUTTERER, H., KOCH, W.(1977)-** Diseases, pests and weeds in tropical crops. Paul Parey, Berlin, Allemagne: 342-343.
74. **LA MERIE., 2010** "Plan réduplicatif de zone éparsé, commune d'Oued El Alleug",
75. extrait officielle, Service de l'architecture, Blida, Algérie, , 1p
76. **LAVILLE E. et VOGEL R., 1984** - Les attaques de pourridié dans les vergers d'agrumes de Corse. Rev. Fruits, n°369, pp.34-36.
77. **LECLANT, F. (1974).** Les aphides: Généralités sur les pucerons nuisibles au pommier. Les organismes auxiliaires en verger de pommier, OILB / SROP: 81-86.
78. **LECLANT F, (1978)-**Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grande culture". Ed. Association coor. Tech. Agri; (A.C.T.A), paris, 63p
79. **LECLANT F., 1982** - Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures, Jour. D'information et études sur les pucerons des cultures, Ed. A.C.T.A., Paris, (2, 3, 4 mars), 37-56.
80. **LECLANT, F.-1996-**Dégâts et identification des pucerons. PHM Revue Horticole, n° 369, pp.19-24.
81. **LECOQ, H.-1996-**Les pucerons : de redoutables vecteurs de virus des plantes. PHM Revue Horticole, n° 369, pp. 25-36.
82. **LOUDA S.M., PEMBERTON R.W., JOHNSON M.T ET FOLLETT P.A. 2003.** Non target effects – the achilles' heel of biological control ? retrospective analyse to reduce risk associated with biocontrol introductions. Annu. Rev. Entomol. 48, 365-396.)
83. **LOUSSERT R., 1985** -Les agrumes, Arboriculture. Ed. Bailliére, Paris, 136p.
84. **LOUSSERT R., 1987** – Les agrumes, l'arboriculture. Ed. Lavoisier. Vol. 1. Paris,113p.
85. **LOUSSERT R., 1989** -Les agrumes, production. Ed.Sci.Univ. Vol2, Liban, 280p.
86. **OULD MAHMOUDI F. Z., 2002** -Influence des constituants chimiques et biochimiques des feuilles de trois variétés d'agrumes sur l'attraction de l'installation des populations de *Dialeurodes citri* ASH. (*Homoptère, Aleurodidae*), *Toxoptera aurantii* B.D.Foncs (*Homoptère, Aphididae*) et *Phyllocnistis citrella* STANTON (*Lepidoptera, Gracillariidae*) en Mitidja. Mem.Ing.Agro.,Proct. Veg., Zool., Inst. Agro., Univ. Blida, 37p.
87. **MAHMOUDE A, 2011-** La répartition de population des pucerons (*Aphis citricola* et *Aphis gossypii*) et leurs auxiliaires dans le verger des agrumes (clémentinier) en Mitidja centrale. Thèse. Ing. Université Saad Sahlab. Blida. Alger.65p
88. **MCCORNACK BP, RAGSDALE DW ET VENETTE RC (2004)-** Demography of soybean aphid (*Homoptera: Aphididae*) at summer temperatures. Journal of Economic Entomology, 97, 854-861.
89. **MCCORNACK BP, COSTAMAGNA AC et RAGSDALE DW (2008)** Within-plant distribution of soybean aphid (*Hemiptera: Aphididae*) and development

- of node-based sample units for estimating whole-plant densities in soybean. *Journal of Economic Entomology*, 101, 1488-1500
- 90. MICHAUD, J. P. (1995)**- Static and Dynamic criteria in host evaluation by aphid parasitoids (Hymenoptera- Aphididae). Doctorate.Thesis- Department of biological sciences. Simon Fraser University. 150p.
- 91. MICHAUD, J.P.1998**- A review of the literature on Toxopteracitricida (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae).Florida. *Entomologist* 81(1):37-52.
- 92. MICHELE R, 2003**- Mieux connaître les pucerons. Agronome-entomologiste, Ph.D. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. Direction des services technologiques, MAPAQ
- 93. MILES P. W., 1999** – Aphid saliva. *Rev. Biol.* 74: 41–85.
- 94. MINKS A et HARREWIJN P, 1987**-World Crop Pests” Elsevier
- 95. MOSTEFAOUI H., 2009** – Effet de la qualité de la plante hôte sur l’allocation des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d’agrume en Mitidja centrale”, Thèse Magistère, Inst. Agro. Univ. Saad dehlebe, Blida, Alger, 207p.
- 96. MOUANDA ZA, 1990** – Inventaire des cochenilles et leurs ennemis naturels sur les Agrumes. Fluctuation des populations de quatre Diaspines dans la Mitidja. Th. Ing. Agro., Inst. Agro., Blida, 140p.
- 97. MOUAS B., 1987**- Bio-écologie de la cochenille virgule dans un verger de clémentinier. Th. Ing. Agro. I.N.A.,El Harrach, 76p.
- 98. NAUEN R. & ELBERT A., 2003.** European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bull. Entomol. Res.*, 93, 47-54
- 99. NINKOVIC V, AL ABASSI S, PETTERSSON J. 2001**- The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybird beetle searching behaviour. *Biol Control* ; 21 : 191-5.
- 100. Ortiz-Rivas, B. et al, 2004**- Molecular systematics of aphids (Homoptera : Aphididae) : new insights from the long-wavelength ops in gene, in : *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30, : 24-37
- 101. PARÉ PW, TUMLINSON JH. 1999** - Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiol* ; 121 : 325-32.
- 102. PICKETT JA, WADHAMS LJ, WOODCOCK CM, 1992**- The chemical ecology of aphids. *Annu Rev Entomol* ; 37 : 67-90.
- 103. PIGUET P, 1960**- Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du Nord. p 120 Ed Société Shell d’Algérie .Algérie.
- 104. PRALORAN J.C., 1971**- Les agrumes. Ed. Maisonneuve et La rose, France,565p
- 105. QUILICI S., FRAN A., VINCENT D. et MONTAGNEUX B., 1995** -Un nouveau ravageur des agrumes à la réunion. *Phytoma, Def. Veg.*, n°474, pp.37-40.
- 106. RAG SDALE DW, VOEGTLIN D et O’NEIL RJ (2004)** Soybean aphid biology in North America. *Annals of the Entomological Society of America*, 97, 204-208
- 107. RAT- MORRIS, E. (1994).**Analyse des relations entre *Dysaphis plantagine apasserini* (Insecta, Auchenorrhyncha) et sa plante hôte *Malus X domestica*

Références Bibliographiques

- Borkh: étude de la résistance du cultivar Florina. Thèse de Doctorat en sciences de la vie. Université François Rabelais de Tours, France, 132 p.
- 108. REBOULET, J. N. (1999).** Les auxiliaires entomophages- reconnaissance, méthodes d'observation, intérêt agronomique. Ed. ACTA, 136 p.
- 109. REBOUR H., 1950 –** Les agrumes en Afrique du nord. Ed. Union des syndicats de production d'agrumes Alger, 485p.
- 110. REBOUR H., 1966 -** Les agrumes. Manuel de culture des *citrus* pour le bassin méditerranéen. Ed. J. B. Baillier et Fils, Paris, 178p.
- 111. RHAINDS M, Roy M et BRODEUR J (2007)** Détermination de seuils d'intervention basée sur la densité des populations de pucerons du soya et la phénologie de la plante., Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
- 112. ROBERT Y., 1982 -** Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées
- 113. ROBERT, P.-A., 2001.** Les Insectes, Delachaux & Niestlé, 4e édition
- 114. RONZON, B. (2006).** Biodiversité et lutte biologique. Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires. ENITAC, 25 p.
- 115. SAIGHI S., 1998 -**Biosystematique des aphides et leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude. Le jardin d'el Hamma et le parc de l'I.N.A d'El-Harrach. Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, 321p.
- 116. SAHARAOUI L. 2008-** Place des coccinelles (Coleoptera – Coccinellidae) dans la protection biologique des cultures. Recueil des résumés des 7èmes Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires - El Harrach, 15-16 Décembre 2008
- 117. SAHARAOUI L. & HEMPTINNE J-L. 2009-** Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. Ann. Soc. Entomol. (N.S.), 2009, 45 (2), 245-259
- 118. SEKKAT A., 2007-** Les pucerons des agrumes au Maroc Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement ENA 18 décembre 2007.
- 119. SELTZER P., 1946-** Le climat de l'Algérie. Inst. Meteo.Phy. Globe, Univ. Alger., 219p.
- 120. SILBERSTEIN L et al. (2003)-**Genome 46, 761-73
- 121. SIMBERLOF D. ; STILING P. 1996b.** Risks of species introduced for biological control. Biological Conservation. 78, 185 – 192.
- 122. SIMON, J. C., RISPE, C. & SUNNUCKS, P. (2002)** Ecology and evolution of sex in aphids. Trends in Ecology & Evolution, 17, PP: 34-39.
- 123. SMAILI M.C., BLENZAR A. & FURSCH H., 2010-** First record of new species and phenotypes of ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) in citrus orchards in Morocco *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 62 (3), 103-107.

124. **STADLER B., K. FIEDLER, T.J. KAWECKI ET W. WEISSER. 2001.** Costs and benefits for phytophagous myrmecophiles: when ants are not always available. *Oikos* 92: 467-478.
125. **STORER JR, POWELL G, HARDIE J. 1996-** Settling responses of aphids in air permeated with non-host plant volatiles. *Entomol Exp Appl* ; 80 :76-8.
126. **SWINGLE W.T., 1967** -The botany of *citrus* and its relatives in the *citrus* industry. Ed. agri. Sci. Berkley, pp.116-191.
127. **TARDIEU V. 1999.** Les risques méconnus de la lutte biologique en agriculture. *Le Monde*, 17/11/1999
128. **THOMAS M.B ET WILLIS A.J. 1998.** Biocontrol – risky but necessary ? *Tree*. 13 (8), 325 – 329
129. **THROOP, H. L. & LERDAU, M. T. (2004)** Effects of nitrogen deposition on insect herbivory: Implications for community and ecosystem processes. *Ecosystems*, 7, PP : 109-133.
130. **VANDERWEYEN R., 1983** – Contribution à l'étude de la gommose à phytophthora des Agrumes au maroc. *Rev. Fruits*, vol. 37, n°7-8, pp435-439.
131. **VAN HALTEREN 1997.** A code of conduct for the import and release of exotic biological agents for Europe? *Bulletin OEPP/ EPPO*. 27, 45 – 48.
132. **VILLEMANT, C., HAXAIRE, J. et STREITO, J. C. (2006).** Premier bilan de l'invasion de vespa Velutinale peletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *bulletin de la société Entomologique de France*, 11 (4), pp: 535-538.
133. **VILLIERS A, 1954-** Atlas des Hémiptères. 2ème édition. vol 1. Paris. p 83.
134. **WÄCKERS F.L., 2000.** Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids? A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars. *Oikos*, 90, 197-201.
135. **WALTER AJ et DIFONZO CD (2007)** Soil potassium deficiency affects soybean phloem nitrogen and soybean aphid populations. *Environmental Entomology* 36: 26-33.
136. **WU Z, SCHENK-HAMLIN D, ZHAN W, RAGSDALE DW et HEIMPEL GE (2004)** The soybean aphid in China: a historical review. *Annals of the Entomological Society of America*, 97, pp: 209-218.
137. **WYATT, I. J., BROWN, S. J., 1977.** The influence of light intensity, day length and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. *Journal of Applied Ecology* 14 : 391-399.
138. **XUE Y, BAH LAI CA, FREWIN A, SEARS MK, SCHAAFSMA AW et HALLETT RH (2009)** Predation by *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 38: 708-714.
139. **YAO I. ET S. AKIMOTO.2001-** Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oecologia* 128: 36-43.

Références Bibliographiques

- 140. ZEGHOUD, 1987** – Bio-écologie de l'Aleurode floconneux *Aleurthrix floccosus* Maskell (Hom. Aleurodae) et ses ennemis naturels *cales noacki* Howard (Hym. Aphelinidae) et *Clitostethusarcuatus* (ColeopteraCoccinelidae) dans le domaine d'El Djemhouria. Th. Ing. Agro., I.N.A., El Harrach, 87p
- 141. ZELLAT N., 1989-** Entomofaune dans un verger d'agrumes à Mascare. Th. Ing. Agro., I.N.A., El Harrach, 120p.
- 142. ZEMZAMI, M. 2009-** La Tristeza: un fléau qui menace l'agrumiculture méditerranéenne. Colloque international, gestion des risques phytosanitaire, Marrakech: 40p.