

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université M'hamed BOUGARA
Boumerdès



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة امحمد بوقرة
بومرداس

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Spécialité : Agroenvironnement et bio indicateur

Présenté par Mme LAOUER Ibtissem

DYNAMIQUE DES POPULATIONS DES PUCERONS DES ROSACEE ET DES AGRUMES.

Soutenu le : 18/07/2019

Devant le jury composé de :

- | | | |
|-----------------|------------|---------------|
| - Mr Houari H. | MAA (UMBB) | Président. |
| - Mme AOUS W. | MCB (UMBB) | Examinatrice. |
| - Mme NEFFAH F. | MCB (UMBB) | Promoteur. |

Année universitaire : 2018/2019.

Résumé

Téter : dynamique des populations des pucerons des rosacée et des agrumes dans la région de Boumerdes

Un suivi mensuel de la dynamique des populations des pucerons présents sur 3 vergers de arbre fruitier a été effectué dans la commune de Boudouaou et Corso (wilaya de Boumerdes) entre mars et mai 2019.

Les résultats obtenus ont permis d'abord de mettre en évidence une richesse qualitative de 5 espèces d'aphides inféodées aux arbres fruitiers dans cette région (*Aphis spiraeicola*, *A. sp.*, *A. pomi*, *D. plontagina*, et *Toxoptera citricida*). En plus de son installation sur pommier, agrume, et néflier l'espèce *A. spiraeicola* est la plus dominante, *Toxoptera citricida* est le plus faible dans le verger d'agrumes. On signale 2 espèces dans le verger de pommier (*A. pomi*, *D. plontagina*) et (*A. sp.*) dans le verger de néflier.

, les résultats de la dynamique des populations des aphides recensés dans les 3 vergers nous montrent que le plus grand nombre d'individus aphidiens revient à l'espèce *Aphis. sp.* avec un total de 21710 individus. À la lumière des résultats illustrés dans cette étude nous pouvons dire que pour l'année 2019, l'orientation nord de l'arbre est la plus affectée par les pucerons dans la région de Boumerdes.

Mots clé : les pucerons, les arbres fruitiers, les rosacées.

موضوع: الديناميات السكانية للوردية والحمضيات في منطقة بومرداس

ملخص

تم إجراء مراقبة شهرية للديناميات السكانية للأفيدات الموجودة في 3 بساتين من أشجار الفاكهة في بلدية بودواو قورصو (ولاية بومرداس) بين مارس ومايو 2019

أُتاحت النتائج التي تم الحصول عليها أولاً تسليط الضوء على الثراء النوعي لخمسة أنواع من الأفيدي *D. pomii* و *A. sp* و *Aphis spiraeicola* الخاضعة لأشجار الفاكهة في هذه المنطقة بالإضافة إلى تثبيته على أنواع التفاح والحمضيات والمشملة (*Toxoptera citricida* و *plontagina* هو أكثر أنواع السرطانات السرطانية السائدة التي تهيمن على بساتين الحمضيات. *A. spiraeicola* في بستان المشملة (*A. sp*) و (*D. plontagina*، *A. pomii*) الإبلاغ عن نوعين في بستان التفاح

تبين لنا نتائج الديناميات السكانية للأفيدات الموجودة في البساتين الثلاثة أن أكبر عدد من الأفراد المنضمين يعودون إلى فصيلة الأفيدي. س. مع ما مجموعه 21710 أفراد ، في ضوء النتائج اللاحقة في هذه الدراسة ، يمكننا القول أنه بالنسبة لعام 2019 ، فإن التوجه الشمالي للشجرة هو الأكثر حنونة وليس المن في منطقة بومرداس

. الكلمات الرئيسية أشجار الفاكهة ، الوردية

summary

Suckling: population dynamics of rosacea and citrus aphids in the Boumerdés region

A monthly monitoring of the population dynamics of aphids present in 3 orchards of fruit trees was carried out in the commune of Boudouaou and Corso (wilaya of Boumerdes) between March and May 2019.

The results obtained first made it possible to highlight a qualitative richness of 5 species of aphids subservient to the fruit trees in this region (*Aphis spiraecola*, *A. sp*, *A. pomi*, *D. plontagina*, and *Toxoptera citricida*). In addition to its installation on apple, citrus, and medlar species *A. spiraecola* is the most dominant *toxoptira citricida* to be the most fable in the citrus orchard. report 2 species in the apple orchard (*A.pomi*, *D.plontagina*) and (*A.sp*) in the medlar orchard

the results of the population dynamics of the aphids found in the 3 orchards show us that the greatest number of aphid individuals returns to the *Aphis* species. *sp.* with a total of 21710 individuals, In the light of the illustrious results in this study we can say that for the year 2019, the north orientation of the tree is the most affectionate not the aphids in the region of Boumerdes

Key words: aphids, fruit trees, rosacea.

Remerciements

Je remercie tout d'abord Allah de m'avoir donné courage et patience afin de réaliser ce modeste travail qui est le fruit de plusieurs années de labeur.

*Mes vifs remerciements et profonds respects s'adressent tout d'abord à mon Directrice de thèse madame **NEFFAH fadhila** pour avoir accepté de m'encadrer, de m'aider, de m'orienter, de me conseiller et de m'encourager tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent aussi au monsieur **HOUARI K**, d'avoir accepté de présider mon jury et à **Mme AOUS** pour avoir bien accepté d'examiner mon travail*

Mes vifs remerciements s'adressent à monsieur Saharaoui pour la confirmation des déterminations

Je remercie également :

- Les collègues de ma spécialité agroenvironnement et bio –indicateur.

- De très précieux remerciements vont aux membres de ma promotion

2019 qui étaient unis tout le long des trois ans du master. Je les remercie pour leur soutien moral et physique. Je remercie aussi tous mes amis qui ont de près ou de loin contribué à l'élaboration

de ce mémoire

Dédicaces

Tout d'abord louange à Allah qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de mes études et m'a inspiré les bons pas.

Je dédie ce travail à :

- *A mes chers parents :*

Pour leur amour, sacrifices, aide et soutien, qui m'ont toujours encouragé tout au long de mes études, j'espère que vous puisez trouver dans ce travail le fruit de vos labeur.

A mes belles parents

- *A mon chers mari Karim et petite Maram*

- *A mes sœur et mes belles sœurs :*

Aïcha , Sonia, Loubna , Bouchra , Houda , Nawal merci pour votre amour, affection et votre encouragement qu'Allah protège tes enfants.

- *A mon frère Yacine:*

Pour leurs soutiens moraux pendant toutes mes études.

- *A mes compagnons de vie :*

Amira et sa petite Hdoula

Et Hannen.

Que Allah vous protèges et éclaire votre chemins.

- *A une chère personne qui ne m'a pas quitté depuis le début de ce travail*

A mes amies Zahra, Saida, Amina S, Amina, Zahra, Rafika :

Pour les moments inoubliables qu'on a passé ensemble.

A tous personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement.

Liste des figures

- Figure 01 : Morphologie d'un puceron aptère et ailé (HULLE et al., 1999)
- Figure 02 : Cycle type d'un puceron (Fraval, 2006a)
- Figure 03 : Situation géographique de la région de Boumerdès
- Figure 04 : Verger de pommier (Corso 18/05/2019)
- Figure 05 : le verger d'orange (Corso 17.04.2019)
- Figure 06 : Verger de néflier (Boudouaou 20/04/2019)
- Figure 07 : les étapes de montage utilisées au laboratoire pour la détermination des pucerons
- Figure 08 : Le puceron vert du pommier (*Aphis. pomi*) (18-05-2019)
- Figure 09 : Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea*) (04-03-2019)
- Figure 10 : Puceron tropical des agrumes *Toxoptera citricidus* (17/04/2019)
- Figure 11 : Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (17/04/2019)
- Figure 12: *Aphis Sp* Boudouaou (25/04/2019)
- Figure 13 : *Aphis Sp* au microscope photonique
- Figure 14 : Résultats de la dynamique des populations des aphides
- Figure 15 : Répartition cardinale des aphides sur pommier
- Figure 16 : Répartition cardinale des aphides sur néflier
- Figure 17 : Répartition cardinale des aphides sur agrume
- Figure 17: les dégâts des espèces de pucerons identifiés sur feuilles dans le verger de pommier
- Figure 18: les dégâts des espèces de pucerons identifiés sur feuilles dans le verger d'agrume
- Figure 19 : les dégâts des espèces de pucerons identifiés sur feuilles dans le verger de néflier
- Figure 21 : Abondance relative des Aphides inventoriés
- Figure 22 : Graphique d'interaction entre les facteurs Arbre et Point cardinaux
- Figure 23 : Graphique D4 d'interaction Entre Les Facteurs Sortie Et Arbre

Liste de tableau :

Tableau n°01:Les principales caractéristiques du verger expérimental de pommier

Tableau n°02:Les principales caractéristiques du verger expérimental d'agrume

Tableau n°03:Les principales caractéristiques du verger expérimental de néflier

Tableau n° 04 : Espèces de pucerons inventoriées dans les 3 stations de Boumerdès.

Tableur n° 05: Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur pommier

Tableur n° 06 : Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur agrume

Tableur n° 07 : Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur néflier

Tableau n° 08 : les dégâts des espèces identifiés sur arbres fruitiers

Tableau n°09 : L'abondance relative des espèces identifiées.

Tableau n° 10: comparaisons multiples entre les densités des aphides et autres paramètres

Liste Des Abréviations

AR% : Abondance relative

FAO : Food and Agriculture Organisation

ICM : Insectarium De Montréal.

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.

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

No : est le nombre total des individus toutes espèces confondues

S : La richesse totale

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Généralité sur les arbres fruitiers et les pucerons

I. Généralités sur les arbres fruitiers

1 - Importance de l'arboriculture fruitière.....	01
1.1. Dans le monde.....	01
1.2. En Algérie.....	01
2. Généralité sur pommier :.....	02
2.1. Importance économique de pommier dans le monde.....	02
2.2. En Algérie.....	02
3. Généralité sur les orangers.....	03
3.1. Importance économique dans le monde	03
3.2. En Algérie.....	03
4. Généralité sur le Néflier.....	03
II Généralités sur les pucerons.....	04
1. Systématique.....	04

2. Morphologie.....	05
2.1. La tête.....	06
2.2. Le thorax.....	06
2.3. L'abdomen.....	07
3. Stade de développent.....	07
4. Cycle de vie.....	08
5. La reproduction.....	09
6. Alimentation.....	09
6.1. Les pièces buccales.....	09
6.2. Le miellat des pucerons.....	10
7. Facteurs agissant sur la dynamique des populations aphidiens.....	11
7.1. Les facteurs abiotiques.....	11
7.2. Les facteurs biotiques.....	11
8. Dégâts.....	12
8.1. Les dégâts directs.....	12
8.2. Les dégâts indirects.....	12
8.2.1. Miellat et fumagine.....	12

8.2.2. Transmission de virus.....	13
9. Lutte.....	13
9.1. Lutte préventive.....	13
9.2. La lutte chimique.....	14
9.3. La lutte biologique	14
A- par l'utilisation des organismes naturels antagonistes.....	14
9.4. La lutte variétale.....	14
9.5. La lutte intégrée.....	15

Chapitre II : Matériels et méthode

1. Présentation de la région d'étude(Boumerdès).....	16
1.1. Les Facteurs climatiques	16
1.1.1. La température	16
1.1.2. La pluviométrie	17
1.1.3. L'humidité relative	17
1.1.4. Le vent	18
2. Matériel et méthodes	18
2.1. Choix des stations	18
2.2. Présentation des stations d'études	18
2.2.1. Station 1 : Verger de pommier.....	18
2.2.2 Station 02 Le verger d'agrumes	19
2.2.3 Station 03 Le verger de néflier	20

3. Méthodologie de travail appliquée sur le terrain.....	22
3.1 Echantillonnage des pucerons.....	22
3.1.1. Contrôle visuel des aphides.....	22
4. Méthodologie de travail appliquée au laboratoire.....	22
4.1. Montage.....	22
4.2. Identification des pucerons.....	23
5. Méthodes d'analyse des résultats.....	24
5.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	25
5.1.1 - Indices écologique de composition.....	25
5.1.2. - Richesse totale S.....	25
5.1.3 – Abondance relative AR%.....	25
6. Analyse statistique.....	25

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats portant sur l'inventaire des pucerons dans la région de Boumerdès.....	26
2.1. Les espèces de pucerons identifiées.....	27
2.1.1. Le puceron vert du pommier (<i>Aphis pomi</i>)	27
2.1.2. Le puceron cendré du pommier (<i>Dysaphis plantaginea</i>).....	28
2.1.3. Puceron tropical de l'oranger <i>Toxoptera citricidus</i>	29
2.1.4. Puceron vert des agrumes <i>Aphis spiraecola</i>	30
2.1.5. <i>Aphis sp</i>	30
2. Résultats de la dynamique des populations des aphides inventoriés	31

3. Répartition cardinale des aphides	32
3.1. Pommier.....	32
3.2. Néflier.....	32
3.3.-Agrume.....	33
4. Evolution des effectives de pucerons dans le temps.....	33
4.1. Sur pommier.....	34
4.2. Sur agrume.....	35
4.3. Sur néflier.....	36
5. Les dégâts.....	37
6. Exploitation des résultats par les indices écologique et l'analyse statistique	38
6.1. Les indices écologiques	38
6.1.1. La richesse totale (S)	38
6.1.2. L'abondance relative.....	38
7. Méthode statistique.....	39
7.1. Comparaison de la densité des aphides entre les différents arbres et les points cardinaux.....	40
7.2. Comparaison de la densité des aphides entre les sorties et les différents arbres fruitiers	41

Introduction

Depuis longtemps, l'homme s'est intéressé de prendre soin de ses arbres fruitiers, car dans le verger il a trouvé sa nourriture (fruits...), un endroit de loisir et de détente, mais aujourd'hui avec le développement économique, le secteur fruitier a pris une autre orientation et constitue un intérêt industriel important dans les pays.

L'arbre est défini comme étant une espèce capable dans de bonnes conditions de croissance, de pousser au moins jusqu'à 5 m de hauteur (FAO, 2002). Mais on peut dire qu'en forêt l'arbre est tout ligneux peut atteindre plus de 10 m de haut. Alors qu'en formation herbacées, l'arbre est tout ligneux qui a au moins 10 m de haut (Belesi, 2010).

Les agrumes représentent une culture fruitière importante dans le monde entier (Altaha et al., 2012), ils sont cultivés dans plus de 100 pays à travers le monde (Peña *et al.*, 2007). Leurs principales zones de production, sont les régions subtropicales, le sud des États Unis, la région méditerranéenne, l'Afrique du Sud, l'Amérique centrale, l'Australie, la Chine et le Japon (Hill, 2008). Les agrumes cultivés dans les régions tropicales et subtropicales, donnent la production la plus importante dans le monde (Hanke&Flachowsky, 2010). La production mondiale des agrumes est estimée à environ 135 millions de tonnes en 2013 (FAOStat, 2015). L'oranger doux, est le plus cultivé (Skaria, 2004). Il représente à lui seul 75% de la production totale, suivi par le mandarinier, le pomelo et le citronnier (Singh & Rajam, 2009).

Plusieurs maladies et ravageurs, entre autres, la tristeza et les pucerons, sont responsables de dommages importants, que ce soit en Algérie ou dans d'autres pays du monde. La tristeza causée par Citrus tristeza virus (CTV), a touché la plupart des grandes zones de production d'agrumes en Amérique pendant plusieurs décennies et à partir de là, elle a gagné de nombreuses régions du monde, y compris certains pays méditerranéens, comme l'Espagne (Bonnemain, 2010). C'est une maladie de quarantaine (Assabah, 2002) et sa propagation est assurée essentiellement par les pucerons, en particulier, *Toxoptera citricida*, *T. aurantii*, *Aphis spiraecola* et enfin *A. gossypii* (Bellabas, 2011).

Les pucerons sont parmi les groupes d'insectes les plus importants. De nombreuses espèces sont classées comme des ennemis très redoutables des cultures, des forêts et des plantes ornementales (Sullivan, 2008). Il y a environ 4000 espèces à travers le monde, dont environ 250 espèces sont inféodées aux cultures (Bhatia *et al.*, 2011). Lors de la prise alimentaire à

partir de la sève des plantes, les pucerons injectent des toxines salivaires et des virus phytopathogènes (Chrzanowski *et al.*, 2009). Leurs toxiques provoquent, entre autres, un enroulement caractéristique des feuilles et un ralentissement de la croissance des branches (Loussert, 1989).

Par ailleurs, il est à noter que les pucerons figurent parmi les ravageurs les plus polyphages. Il est donc important de comprendre leur cycle de vie afin de maîtriser leurs pullulations (Kindlmann & Dixon, 2010). Cependant, les données concernant la dynamique des populations des pucerons associées aux agrumes sont fragmentaires et limitées (Lapchin *et al.*, 1994), notamment en Algérie. Parmi les études menées, il y a celle de Saharaoui et Hemptinne (2009), qui a traité les pucerons et leurs prédateurs sur le citronnier dans la région de Rouiba (Alger). Il y a également le travail méritoire d'Hidalgo *et al.* (2012), qui a permis d'inventorier les pucerons associés au bigaradier et au citronnier dans les régions de Tlemcen et AïnTémouchent. Malgré ces initiatives, beaucoup d'aspects sur le plan écologique et biologique des pucerons des arbres fruitiers, restent non abordés.

L'utilisation des variétés dotées d'une résistance naturelle contre les insectes et les maladies, semble être l'une des méthodes de lutte alternatives les plus intéressantes, en raison de ses avantages multiples sur le plan économique (Smith, 2005) et écologique (Bhatia *et al.*, 2011). Ainsi, l'emploi de nouvelles variétés et de porte-greffes, combinant la tolérance aux principaux stress biotiques et abiotiques et les bons paramètres de production, constitue un objectif majeur pour les chercheurs dans le domaine de la protection phytosanitaire (Maserti *et al.*, 2011).

La structure du présent travail consiste à développer des données bibliographiques dans le premier chapitre, présentation de la région d'étude ainsi que le matériel et les méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire dans le deuxième et enfin dans le troisième chapitre les résultats et les discussions sont expliqués.

L'objectif de ce travail c'est l'étude de la dynamique des populations des pucerons inféodés aux rosacées et aux agrumes

Chapitre 01

étude bibliographique

I. Généralités sur les arbres fruitiers :

Les arbres fruitiers jouent un rôle important à plus d'un titre :

- comme source de revenus pour les ménages avec des productions diversifiées et étalées dans le temps,
- comme apports nutritionnels de qualité du fait notamment de la richesse de leurs productions en éléments minéraux, vitamines et fibres, qui s'accompagne d'une faible densité énergétique,
- comme éléments de restauration des équilibres écologiques après une déforestation et comme composante de diversification des productions,
- comme délimitation des propriétés foncières de par leur caractère pérenne,
- comme fonctions spécifiques : arbre d'ombrage ou à palabre, (Kuateet *al.* 2006)

I.1 - Importance de l'arboriculture fruitière :

1. 1 - Dans le monde :

La culture des arbres fruitiers occupe une place importante sur le globe étant donné qu'elle est pratiquée dans tous les continents. Le pommier compte avec les Agrumes et les Bananes parmi les espèces fruitières les plus cultivées dans le monde en raison de sa souplesse écologique et de la grande popularité de son fruit (Boulay, 1961). Selon les estimations de la FAO, la production mondiale du pommier s'élève en 2005 à environ 64 millions de tonnes. Elle était de 38 millions de tonnes en 1985.

1.2 - En Algérie :

D'après Lupescu (1978), l'Algérie dispose de conditions pédoclimatiques assez favorables pour le développement de certaines espèces fruitières telles que les Agrumes, l'Olivier, le Figuier, le Palmier dattier et les espèces dites à noyaux et à pépins. La production de ces dernières enregistre une augmentation notable, conséquence d'une augmentation régulière des superficies (Zereg, 1978). Selon la FAO (2006), les rendements du pêcher ont atteint en 2005 4,06 qx/ha et ceux du pommier 4,09 qx/ha.

2. Généralité sur pommier :

Le pommier est l'arbre fruitier le plus anciennement cultivé en Europe et dans le monde en zones tempérées (Bretaudeau, 1978 ; Chouinard *et al.*, 2000). Il possède l'aire de culture la plus étendue que l'on connaisse pour une seule espèce. L'origine du pommier remonte à la préhistoire, soit 13 siècles avant Jésus-Christ, par la suite il a été propagé pour être cultivé par les Grecs et les Romains (Hugard 1974). Le berceau du pommier se situe très certainement dans le Caucase et sur les bords de la mer Caspienne. Sa culture s'est étendue à l'Europe orientale, à la Russie, puis à l'Europe occidentale et l'Afrique du nord (Bretaudeau, 1978). La délimitation du nombre d'espèces au sein du genre *Malus* est problématique. Entre 8 et 78 principales espèces sont reconnues selon les approches taxonomiques (Robinson *et al.* 2001 ; Luby, 2003). Ces espèces sont groupées en sections (*Malus*, *Sorbomalus*, *Eriobolus*, *Docyniopsis*, et *Chloromeles*) et séries comme *Malus* et *Baccata* qui composent la section *Malus* (Luby, 2003).

2.1. Importance économique de pommier dans le monde:

Le pommier est une espèce fruitière cultivée dans le Monde entier. Elle est l'une des quatre plus grandes cultures fruitières avec la banane, le raisin et les agrumes (FAO 2008). Selon les estimations de la F.A.O (2013), la production mondiale de la pomme est en accroissement

. La Chine est devenue le premier producteur de pommes avec environ 37 millions de tonnes exportées (F.A.O, 2013).

En Afrique, l'Égypte connaît une hausse intéressante de la production tant pour la production que le rendement qui reste supérieur à 255,97 T/ha, vient ensuite le Maroc, qui connaît une évolution de secteur pommicole suite à l'augmentation des surfaces, dont la production a atteint 485,642 tonnes et un rendement de 153,43 T/ha.

2.2. En Algérie

L'Algérie c'est le troisième producteur de pommier en Afrique après l'Égypte et le Maroc avec un rendement de 97,295.27 T/ha selon le tableau n°1. Si la culture de la pomme et de la poire, sont prédominantes dans les pays à climat tempéré, l'Algérie et depuis l'indépendance déploie de grands efforts pour mettre fin à l'importation de ces deux fruits par la bonne conduite du verger, l'amélioration de la production et l'élévation des rendements (Soltani,

1998). En 2007, les vergers de pommier couvraient 21 200 ha (F.A.O, 2009), ces vergers sont essentiellement localisés à Médéa, Ain Defla, Batna, Tiaret, Blida et Khenchela.

3. Généralité sur les orangers

La culture de l'oranger est très ancienne, elle se confond avec l'histoire de la Chine d'où il est originaire. Au cours du premier millénaire avant notre ère, l'oranger se propage très vite à l'ensemble des pays du Sud-est asiatique, puis arrive en Méditerranée au VIIe siècle. Les oranges amères, encore appelées bigarades, arrivent en Europe à partir du Xe siècle, époque des croisades. Mais l'orange douce telle que nous la connaissons ne fera son apparition qu'au cours du XVe siècle lorsque des navigateurs portugais la découvrent en Chine. Par sa douceur, elle évince très vite l'orange amère. Une fois implanté dans le bassin méditerranéen, l'oranger est diffusé à travers le monde par les Européens, Amérique du Nord et du Sud au XVIe siècle, Afrique du Sud au XVIIe et Australie au XVIIIe. (Webber et Herbert, 1967)

3.1. Importance économique dans le monde :

La production des agrumes est très diversifiée avec 68 Mt d'oranges; 29 Mt des petits agrumes; 14 Mt de citrons et de limes et 5 Mt de pomelos en 2009. (Loeillet, 2010). La production mondiale des oranges est de l'ordre de 66,4 millions de tonnes en 2010 ce qui représente une hausse de 14 pour cent par rapport au volume enregistré pendant la période 1997-1999. Et de 60 millions de tonnes en 2000, dont 18 millions de tonnes produites par le Brésil à lui seul, suivi par la Floride avec 11 millions et le bassin méditerranéen avec 10 millions. (Anonyme, 2012). Les plus grands producteurs d'orange sont le Brésil, les États-Unis, la Chine, l'Espagne et le Mexique, Inde, Espagne, Chine, Iran, Italie, Egypte, Indonésie.

3.2. En Algérie :

L'Algérie disposait d'une superficie de 45.000 ha en agrumes à l'indépendance. Certes en 2011, la superficie en agrumes s'étalait sur 63.323 ha, Actuellement, seuls 55.000 ha sont productifs sur 63.323 ha. Le centre du pays compte 56% de cette surface d'agrumes, 30% se trouvent à l'est du pays, et 14% à l'Ouest. Houaoura (2013), insiste sur les bonnes pratiques utilisées dans les vergers par nos aînés dans le passé. D'ailleurs, le goût des oranges algériennes était très apprécié, indique-t-il. Les principales wilayas agrumicoles sont : Blida

(15809 ha), Chlef (5777 ha), Alger (5065ha), Relizane (4417 ha), Mascara (4232 ha), Mostaganem (4079 ha), Tipasa (3725 ha). En fin juillet 2011, il a été créé le premier Club des agrumiculteurs en Algérie à Tipasa. (Anonyme, 2013).

4. Généralité sur le Néflier

Le néflier est un arbre fruitier à feuilles persistantes subtropicale originaire de la Chine (Hussain *et al.*, 2007).

La nèfle du Japon a été cultivée au Japon depuis plus de 2000 années (Chen *et al.*, 2003). Elle a été présente en Chine dans des périodes antiques et sa culture a été décrite dans divers pays, y compris l'Algérie, Chypre, l'Égypte, la Grèce, Italie, Espagne, la Tunisie et la Turquie (Morton, 1987).

II Généralités sur les pucerons :

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (Hullé *et al.* 1998). Ce sont plus de 4700 espèces de pucerons qui sont recensées de par le monde et parmi elles environ 900 sont présentes en Europe (Leclant, 2000). Actuellement, ils sont devenus des ravageurs majeurs des forêts, des cultures et des plantes ornementales (Harmel *et al.*, 2010). Les pucerons parmi les ravageurs les plus importants de nos cultures. Apparus il y a 280 millions d'années, ils ont développé, au cours de leur évolution, de remarquables capacités d'adaptation au milieu (Hullé *et al.*, 1998).

1- Systématique

Les pucerons ou aphides font partie de l'embranchement des arthropodes, sous embranchement de Mandibulata, Super-classe de Tracheata, classe d'Insecta. Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères et au sous-ordre des Sternorrhynches (Turpeau-Ait Ighil, 2011). Selon Remaudière et Remaudière (1997), les pucerons appartiennent au sous-ordre des Aphidinea, super-famille des Aphidoidea, la famille Aphididae qui est divisée en 12 Sous-famille comme Aphidinae, Lachninae, Myzocallidinae et autres.

La systématique des pucerons se résume comme suit :

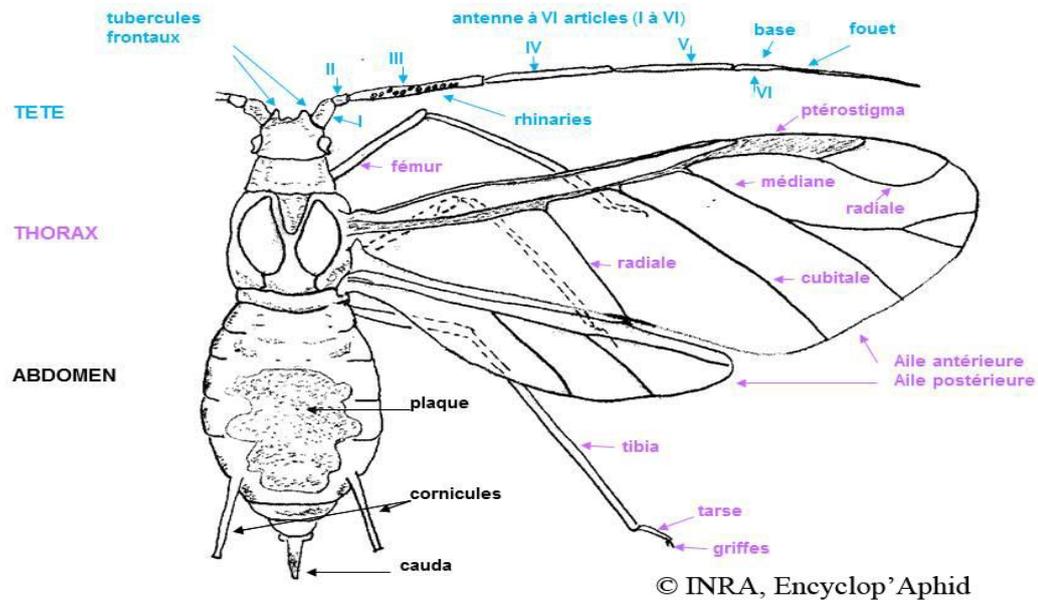
- Embranchement : Arthropoda
- Sous- embranchement : Mondibullata
- Super-classe : Tracheata
- classe : Insecta
- Super-ordre : Hemiptera
- Ordre : Homoptera
- Sous-ordre : Aphidinea
- Super-famille : Aphidoidea
- Famille : Aphididae
- Sous-famille : Aphidinae, Lachninae, Myzocallidinae
- Tribu : Aphidini, Macrosiphini, Tramini

2-Morphologie

Ce sont des petits insectes dont la taille excède rarement 5 millimètres (Hulle , 1998). Dans une population de pucerons, on rencontre des individus aptères et des individus ailés. Ces deux formes peuvent avoir des couleurs et des caractères différents. Les individus ailés disséminent la colonie (Malais *et al.* 1993).

La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d'excrétion cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999). (figure 01)

Morphologie d'un puceron ailé



© INRA, Encyclop'Aphid

Figure 1: Morphologie d'un puceron aptère et ailé (HULLE et al., 1999)

2-1-La tête

Sur la tête sont insérées les antennes. Elles sont formées généralement de six articles (Turpeau-Aitlghil, 2011), le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée (base) et une partie terminale, qui peut être plus courte que la base ou considérablement plus longue appelée processus terminal ou flagelle (Leclant, 2000). Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances appelées tubercules frontaux (Turpeau-Ait Ighil *et al.*, 2011).

Les pucerons sont des insectes phytophages caractérisés par un système buccal de type piqueur-suceur composé de stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre segmenté à 4 articles. Le rostre est situé à la face inférieure de la tête (Hullé *et al.*, 1998).

2.2. Le thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le thorax porte les trois paires de pattes et les deux paires d'ailes pour les formes ailées (Turpeau-Ait Ighil *et al.*, 2011). Les trois paires de pattes se terminent par des tarse à deux articles, le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Hullé *et al.*, 1998).

Chez la forme ailée, les ailes sont membraneuses repliées verticalement au repos et chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (Hullé *et al.*, 1999). De plus, les ailés ont un mésothorax clarifié (Turpeau-Ait Ighit *et al.*, 2011).

2.3. L'abdomen

L'abdomen comporte 9 segments difficiles à différencier. Le cinquième porte les cornicules et le dernier segment porte la cauda (Hullé *et al.*, 1998). La cauda est une prolongation du dernier segment et sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006) quant aux cornicules, ce sont des tubes creux dressés, de forme et de longueur très variées (Mondor et Roitberg, 2002). D'après Vandermoten *et al.* (2011), les cornicules secrètent une substance de défense renfermant principalement des triglycérides qui sont gluants pouvant immobiliser l'ennemi ainsi qu'une phéromone d'alarme qui incite les pucerons voisins à se détacher de la plante et à se laisser tomber. Leclant (2000) distingue au niveau ventral : une plaque anale, souvent pigmentée et une plaque génitale. L'orifice génital apparaît comme une simple ouverture transversale chez les virginipares et les femelles sexuées du fait qu'il n'y a pas d'ovipositeur. Chez les mâles, les organes copulateurs comprennent le pénis et une paire de valves génitales.

3-Stade de développement

Les pucerons comportent quatre stades larvaires qui ressemblent à des adultes, mais de plus petite taille, ont le même mode de vie et provoquent les mêmes types de dégâts. Les stades larvaires sont séparés par des mues qui permettent la croissance en longueur, se sont donc des insectes à métamorphose incomplète (hétérométabole) (Sullivan, 2005).

Les 4 stades larvaires se distinguent essentiellement par la taille et le développement des appendices ; nombre d'articles antennaires, cornicules et cauda. Chez les futurs ailés, les ébauches alaires n'apparaissent qu'à partir du 3ème stade. La cauda des stades larvaires n'est pas ou peu différenciée de l'abdomen, contrairement au stade adulte où elle est bien individualisée. C'est un critère de reconnaissance des adultes aptères. Du stade larve au stade adulte il faut 8 à 10 jours selon les conditions climatiques. Un adulte vit de 10 à 120 jours avec une moyenne de 50 à 60 jours. Il pèse environ 1mg. Il pond entre 40 à 60 larves (Leclant, 2000).

5- La reproduction

Les pucerons ont deux modes de reproduction, la reproduction sexuée et la reproduction asexuée ou parthénogénétique. Les femelles sexuées sont ovipares alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares, donnant naissance directement à de jeunes larves, qui leur sont génétiquement identiques, et capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites (Leclant, 2000). Les pucerons connaissent parfois de véritables explosions démographiques, Pendant la plus grande partie de l'année, le temps de génération est, en effet, rendu très court grâce à un mode de reproduction sans sexualité, la parthénogenèse. Une femelle parthénogénétique donne directement naissance à d'autres femelles parthénogénétiques, sans avoir été fécondée par des mâles. En évitant ainsi la sexualité et le stade œuf, les pucerons réalisent une « économie » d'individus, les mâles, et de temps (Hullé *et al.* 1999).

6- Alimentation

6-1--Les pièces buccales

Chez les pucerons, il y a un rostre qui porte les pièces buccales de type piqueur-suceur (ICM, 2001). Selon Minks et Harrewijn (1987), ces pièces buccales conçues pour percer les végétaux et en sucer la sève qui sont constituées :

- d'une paire de stylets mandibulaires externes
- d'une paire de stylets maxillaires internes.

Les pucerons sont des ravageurs fortement dommageables pour de nombreuses espèces végétales. On connaît des espèces de pucerons polyphages (5%) et des espèces oligophages (95%) (Blackman et Eastop, 2000). Leurs stylets pénètrent l'épiderme de la plante et les cellules du parenchyme pour atteindre les tissus phloémiens et prélever le phloème dont les pucerons se nourrissent (Walling, 2000), les pucerons induisent des modifications dans la structure de la paroi cellulaire des plantes, ce qui a pour effet de renforcer les barrières dressées contre les insectes qui sondent les tissus végétaux (Voelckel *et al.* 2004 ; Qubbaj *et al.* 2005). Le puceron doit faire face aux propriétés du phloème et aux réactions qui s'y déroulent avec notamment des protéines qui coagulent dans les éléments de vaisseau et dans le stylet du puceron (Tjallingii, 2006). Il semble que la salive aqueuse de l'insecte joue un rôle important pour empêcher cette obstruction.

Cette salivation, qui intervient avant toute ingestion de phloème, se ferait en quatre périodes. Durant la première, la salivation gélifiante

(1) forme un manchon de salive autour des stylets du puceron entre les cellules des tissus végétaux pour limiter le contact direct du stylet avec l'apoplaste de la plante. Les trois autres périodes font intervenir une salivation aqueuse tout d'abord pendant les piqûres brèves intracellulaires(2), ensuite dans les vaisseaux du phloème (3) et enfin à partir de la sève déjà ingérée (4) (Tjallingii, 2006)

Les pucerons ingèrent la sève des plantes, liquide pauvre en acides aminés et riche en sucre. Pour combler leur besoin en acides aminés, ils en consomment une grande quantité et excrètent l'excédent de sucre par leur anus sous forme de miellat sur lequel se développent des champignons agents de fumagines qui entravent la respiration de la plante et son assimilation chlorophyllienne. De plus, leur présence dans les cœurs déprécie le produit au moment de la récolte (Hullé et al. 1999). En outre, cette substance claire et collante sert de nourriture aux fourmis. C'est d'ailleurs 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, 2006b).

6-2- Le miellat des pucerons

Le miellat est un terme générique définissant les rejets métaboliques des Homoptères, déposés sur les feuilles et au pied de la plante-hôte. Cette excrétion comprend essentiellement des sucres, 90 à 95 % de la matière sèche (Wäckers, 2000 ; Yao *et al.* 2001), des acides aminés libres, des minéraux, des vitamines, des lipides et des acides organiques (Buckley, 1987a ; 1987b), de nombreux pucerons produisent périodiquement des gouttelettes de miellat (de 0.05 à 0.1 µl). Les quantités de miellat rejetées varient selon les espèces de pucerons (Yao *et al.* 2001

7-Facteurs agissant sur la dynamique des populations aphidiens

Le taux de croissance et de reproduction des pucerons sont modifiés par des facteurs abiotiques et biotiques :

7-1- Les facteurs abiotiques

D'après Hullé *et al.* (2010), les températures optimales de développement des pucerons sont entre 20 et 25°C, leur température minimale de développement est en moyenne 4°C et leur limite de température est de 25 à 30°C. Alors qu'Ashfaq *et al.* (2007) ont observé que les conditions favorables de croissance des pucerons sont à des températures de 13, 7°C à 30,3°C et une humidité relative de 45, 3%. Iluz (2011) signale que des conditions climatiques défavorables sont néfastes pour les pucerons, tels que les gelées printanières, les chaleurs excessives qui tuent les bactéries symbiotiques dont certains pucerons dépendent ainsi que les pluies qui empêchent les pucerons ailés de se disperser et délogent les pucerons aptères des plantes. Robert (1982a) rapporte que le vent, par sa vitesse et sa direction, détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ces derniers peuvent être entraînés sur de longues distances (plusieurs centaines de kilomètres) et ainsi contaminer les parcelles. Sur les plantes, le vent est susceptible de modifier la distribution verticale et horizontale des individus en délogeant les formes les plus instables. Le même auteur rajoute que la durée d'insolation augmente aussi la fréquence des envols des pucerons et favorise donc la contamination des cultures, par contre la plupart des espèces cessent de voler la nuit.

7-2- Les facteurs biotiques

Les pucerons peuvent réguler eux même leurs populations de deux manières, d'une part par l'apparition d'ailés qui quittent les plantes d'où une régression naturelle des populations et d'autre part une surpopulation entraînant une réduction du poids et de la fécondité des adultes aptères, un phénomène qui est réversible lorsque la densité de populations est redevenue faible (Robert, 1982b). Le même auteur signale que la plante hôte peut jouer un rôle dans la dynamique des populations aphidiennes ainsi une plante jeune est plus sensible à la contamination par les ailés et les aptères y sont plus féconds, cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

8. Dégâts

Les dégâts peuvent être directs ou indirects :

8.1. Les dégâts directs

Les pucerons causent d'importants dommages culturaux en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève phloémienne riche en sucres, composés azotés et autres nutriments essentiels à leurs développement et reproduction (Dinant *et al.*, 2010). La sève phloémienne est un milieu riche, mais constitue une ressource limitée en acides aminés essentiels non synthétisable par les animaux (Giordanengo *et al.*, 2007). L'adaptation du puceron à cette source alimentaire déséquilibré n'a pu se faire que grâce à une bactérie symbiotique intracellulaire obligatoire *Buchnera aphidicola* spécialisée dans la complémentation nutritionnelle (Brinza *et al.*, 2009 ; Leroy *et al.*, 2011). L'alimentation phloémienne des pucerons sur les arbres fruitiers engendre un arrêt de croissance de la plante, l'enroulement et la chute prématurée des feuilles, la diminution du nombre de gousses et des graines ainsi qu'une réduction de la taille des graines (Akello et Sikora, 2012). En s'alimentant de la sève, les pucerons injectent continuellement des sécrétions salivaires toxiques dans les tissus de la plante hôte (Tjallingii, 2006 ; Giordanengo *et al.*, 2010).

8.2. Les dégâts indirects

Les dégâts indirects sont essentiellement de deux types :

8.2.1. Miellat et fumagine

Les pucerons rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif appelée le miellat. Ce composé déposés sur les feuilles et au pied de la plante hôte est riche en sucre et en acides aminés (Leroy *et al.*, 2009). La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine, un complexe de champignon de type *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*. La fumagine forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte, réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy *et al.*, 2009). Le miellat attire les fourmis qui le consomment. La coopération entre les pucerons et les fourmis est un exemple bien connu de mutualisme, certaines espèces de pucerons augmentent la quantité de phloème ingéré et adaptent la quantité et la qualité de leur

miellat afin de satisfaire les demandes des fourmis, en échange, les fourmis les protègent contre leurs nombreux prédateurs et participent activement à l'hygiène de la colonie (Verheggen *et al.*, 2009b ; Vantaux *et al.*, 2011).

8.2.2. Transmission de virus

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez important en véhiculant des virus pathogènes (Harmel *et al.*, 2010 ; Akello et Sikora, 2012). Les virus affectent les processus physiologiques de la plante, en diminuant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunisse) et en augmentant les taux de respiration (Radwan *et al.*, 2008).

D'après Brault *et al.* (2010), c'est lors de la phase d'alimentation que le puceron peut acquérir ou inoculer des virus, ces derniers sont transmis selon trois modes :

- Le mode non persistant : les virus sont acquis en quelques secondes et retenus pendant quelques minutes par leurs vecteurs.
- Le mode semi persistant : les virus sont acquis en quelques minutes à quelques heures et sont retenus pour plusieurs heures.
- Le mode persistant : les virus sont acquis en plusieurs heures et peuvent être retenus pour de longues périodes.

9. Lutte

La lutte contre les pucerons a été et reste le souci majeur des agriculteurs. Pour cela différentes méthodes de lutte ont été préconisées dont :

9.1. Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des cultures avec une plante qui serait attrayante pour les pucerons, les associations culturales et la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons (Sullivan, 2007). Jaloux (2010) rapporte que l'association d'une plante hôte avec une plante compagne émettant des composés volatils différents va permettre de masquer ou d'altérer l'odeur de la plante hôte, ce qui va perturber sa localisation par les pucerons

9.2. La lutte chimique

Le seuil indicatif d'intervention aphicide sur arbre fruitier est de 20% de plantes portant au moins une colonie (Hullé *et al.*, 1999). Les insecticides utilisés sont les organophosphorés, les carbamates et les pyréthriinoïdes de synthèse et il est apparu une nouvelle famille de produits, les chloronicotiniles qui présentent la particularité d'être très fortement systémiques (Dedryver, 2007). Cependant, les insecticides présentent des inconvénients : ils coûtent chers, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires, de plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimiques utilisées (Dogimont *et al.*, 2010).

9.3. La lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation des ennemis naturels ou auxiliaires des cultures pour réduire les niveaux des populations aphidiennes à des seuils économiquement tolérables (Sullivan, 2005).

A. par l'utilisation des organismes naturels antagonistes

La définition officielle stipule que la lutte biologique est « l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs » (Hullé *et al.* 2011). Selon Turpeau *et al* (2010), les antagonistes naturels limitant les populations aphidiennes sont essentiellement des insectes. Les Arachnides jouent aussi probablement un rôle important. On distingue classiquement, parmi les entomophages :

- les prédateurs ont besoin de plusieurs proies pour accomplir leur cycle,
- les parasitoïdes se développent généralement sur un seul hôte, souvent à l'intérieur de celui-ci, et le tuent une fois leur développement larvaire achevé
- Les pathogènes micro- organismes (champignons, bactéries, virus etc...).

9.4. La lutte variétale

La lutte variétale consiste à employer des cultivars résistants aux pucerons et aux virus transmis par ces derniers (Dedryver *et al.*, 2010). D'après Dedryver (2010), les mécanismes de résistance des plantes aux pucerons sont de trois types:

L'antixénose où la plante est refusée par l'insecte qui l'évite,

L'antibiose où la plante réduit le potentiel de multiplication de l'insecte

La tolérance où la plante ne souffre pas ou peu de la présence des insectes qui s'y alimentent et s'y multiplient. Selon le même auteur, la sélection de cultivars résistants aux pucerons essentiellement par antibiose est une méthode de lutte particulièrement judicieuse dans le contexte d'une agriculture durable.

9.5. La lutte intégrée

La lutte intégrée peut se définir par l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (Faurie *et al.*, 2003).

Chapitre 02

Matériels et méthodes

1.Présentation de la région d'étude(Boumerdès) :

Boumerdès est une ville côtière du centre d'Algérie, d'une superficie de 1 456,16 km² avec 100 km de profil littoral allant du cap de Boudouaou El Bahri à l'ouest, à la limite orientale de la commune d Afir.Boumerdès est située à 45 km à l'est de la capitale Alger, à 52 km à l'ouest de tiziouzou, à 25 km au nord de Bouira.



Figure 3 : Situation géographique de la région de Boumerdès

1.1. Les Facteurs climatiques

Le climat influence fortement les êtres vivants, il joue un rôle fondamental dans leur distribution et leur vie. Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, ventetc.(Faurie *et al.* ;1980). Dajoz (1996), ajoute que la température et les autres facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes et des autres animaux.

1.1.2. La température

Selon Ramade (1984), la température représente un facteur limitant de toute première importance, elle contrôle des phénomènes métaboliques et gouverne les répartitions potentielles des espèces dans l'écosystème.

Dajoz (1974), note que la vitesse de développement, le nombre annuel de génération et la fécondité chez les ectothermes sont fonction de la température

1.1.3. La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'une importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (Ramade, 1984). elle correspond à la quantité des précipitations exprimées en millimètres (Faurie *et al.* ;1980).

Léau représente 70 à 90 des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune (Dajoz, 1996).

1.1.4. L'humidité relative

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau (Dreux, 1980) on peut l'exprimer en gramme par cm. Du fait de sa proximité de la mer la région de Boumerdès est caractérisée par une hygrométrie élevée. Selon (Dajoz, 1971), l'humidité relative de l'air agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individu lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables. Elle dépend de plusieurs facteurs à savoir la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la forme des précipitations, de la température et des vents (Faurie *et al.*,1980)

1.1.5. Le vent

Selon Faurie *et al* 1980, le vent exerce une grande influence sur les être vivants. Il a une action indirecte, il agit en abaissant ou augmentant la température suivant les cas . Il agit aussi en augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant qui gêne l'activité des insectes. Le vent est un agent de dispersion des animaux et des végétaux (Dajoz ,1974).

2. Matériel et méthodes

2.1. Choix des stations

Le choix des stations d'étude est basé sur les critères suivants:

L'accessibilité au terrain

La richesse floristique au niveau des 3 stations

L'importance et la diversité de l'aphidofaune sur les plantes spontanées

2.2. Présentation des stations d'études

Le travail expérimental a été mené dans 3 stations situées dans la Wilaya de Boumerdès

2.2.1. Station 1 : Verger de pommier

Le verger de pommier situé dans la commune de Corso dans la wilaya de Boumerdès, occupe une superficie de 02 ha avec 1000 arbres de pommier variété Hanna (tab01.). (fig03.)

Tableau n°01:Les principales caractéristiques du verger expérimental de pommier

Variété	Hanna
Superficie	2 ha
L'âge	10 ans
Nombre de rang	20
Nombre d'arbres	1000
Distance de plantation	6 x 6

**Figure4 : Verger de pommier (Corso 18/05/2019)**

2.2.2. Station 02 Le verger d'agrume

Le verger d'agrume situé dans la commune de corso wilaya de Boumerdès, âgé de 15ans avec une superficie de 3.5Ha. Celui-ci est composé de 4 variétés d'oranges à dominance la variété Thomson. Le verger contient 600 arbres d'oranges.(tabl 02)(fig 04)

Tableau n°02:Les principales caractéristiques du verger expérimental d'agrumes

Variété	Thomson
Superficie	7 ha
L'âge	37ans
Nombre de rang	20
Nombre d'arbres	600
Distance de plantation	6 x 6

**Figure5 : le verger d'orange (Corso 17.04.2019)**

2.2.3. Station 03 Le verger de néflier

C'est un petit verger situé dans la commune de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdès qui contient plusieurs arbres fruitiers avec 11 arbres de néflier

Tableau n°03:Les principales caractéristiques du verger expérimental de néflier

Variété	Argelino
Superficie	2 ar
L'âge	3 ans
Nombre de rang	2
Nombre d'arbres	11
Distance de plantation	3 m



Figure 06 : Verger de néflier (Boudouaou 20/04/2019)

3– Méthodologie de travail appliquée sur le terrain.

3.1 Echantillonnage des pucerons

Les pucerons ont été suivis dans les 3 vergers par des prospections hebdomadaires de ces dernières et les premiers pucerons sont observés le 4 mars 2019. Pour une superficie de 2 ar dans le verger de néflier. 7 ha pour le verger d'agrumes et 2 ha pour le verger de pommier.

3.1.1. Contrôle visuel des aphides

Pour étudier la dynamique des populations des pucerons dans les 3 vergers on a choisi 10 arbres aléatoires puis pour chaque point cardinal de l'arbre à savoir le nord, le sud, l'est et l'ouest on a estimé le nombre des pucerons présents.

Les pucerons récupérés sur les feuilles, sont conservés dans l'alcool (éthanol à 70 %) puis ramenés au laboratoire en vue de leur identification.

4 – Méthodologie de travail appliquée au laboratoire

On va représenter sur ce volet les différentes techniques utilisées en laboratoire tels que le triage, le montage et l'identification des pucerons.

4.1. Montage

Les caractères de détermination microscopiques des pucerons exigent un montage entre lame et lamelle de l'échantillon avant l'identification. La technique de préparation est similaire à celle citée par Leclant (1978) qui comprend les étapes suivantes :

- À l'aide d'une épingle entomologique, nous avons pratiqué une incision transversale entre le 4^{ème} et le 6^{ème} sternite abdominale,
- Afin d'extraire toutes les réserves lipidiques des pucerons récoltés, les individus sont mis à chauffer dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant 2 à 3 minutes,

- Ensuite, les individus sont placés dans une solution de chloral phénol pendant 24 heures pour l'éclaircissage des échantillons,
- Nous avons déposé une goutte de liquide de Faure sur la lame, puis l'individu est placé sur sa face dorsale au centre de cette goutte tout en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes importants pour la détermination,
- Enfin, les pucerons montés ont été placés dans une étuve pendant 21 à 30 jours jusqu'au séchage complet du liquide de Faure. (figure 07)



Figure 07 : les étapes de montage utilisées au laboratoire pour la détermination des pucerons

4.2. Identification des pucerons

Selon Leclant (1978), la détermination des aphides se base sur la morphologie des formes aptères et ailées, il s'agit généralement des caractères morphologiques relativement précis à savoir. Les espèces de pucerons répertoriées ont été déterminées au laboratoire de faculté des sciences de Boumerdes

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

5 - Méthodes d'analyse des résultats

5.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques

Dans cette étude nous utilisons les indices écologiques de composition

5.1.1 - Indices écologique de composition

La richesse totale S et l'abondance relative sont les indices de composition utilisés dans cette étude

5.1.2. - Richesse totale S

La richesse totale S est égale au nombre total des espèces présentes est obtenue à partir du nombre total des relevées (Blondel, 1979. Ramade, 1984)

5.1.3 – Abondance relative AR%

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce ni prise en considération par rapport au nombre total des individus No toutes espèces confondues (Dajoz, 1971)

$$AR(\%) = ni \times 100/N0$$

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

No est le nombre total des individus toutes espèces confondues

6. Analyse statistique

Pour exploiter nos résultats par des analyses statistiques on a utilisé l'analyse de la variance (ANOVA). D'après Dagnelie (2007) l'analyse de la variance consiste à étudier la comparaison des moyennes à partir de la variabilité des échantillons, pour suivre le niveau de la signification de probabilité.

Chapitre 03

Résultats et discussions

III. Résultats et discussion

1. Résultats portant sur l'inventaire des pucerons dans la région de Boumerdès

Le dispositif d'échantillonnage appliqué dans les 3 stations d'étude durant la période allant de mois de Mars au mois de Mai 2019, nous a permis de dresser une liste systématique de 5 espèces de pucerons qui sont consignés dans le tableau suivant:

Tableau 04 : Espèces de pucerons inventoriées dans les 3 stations de Boumerdes.

Famille	Sous famille	Genres	Espèces
Aphididae	Aphidinae	Aphis	<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)
			<i>Aphis sp</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>Aphis pomi</i> (De geer, 1773)
		Toxoptera	<i>Toxoptera citricidus</i> (Kirkaldy, 1907)
		Dysaphis	<i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini, 1860)

Les différentes prospections effectuées durant les trois mois d'étude du 04/03/2019 jusqu'au 18/05/2019 dans les 3 vergers de l'arboriculture fruitière à Boumerdes ont permis d'identifier 5 espèces de pucerons. Il s'agit d'*Aphis spiraecola* et *Toxoptera citricidus* dans le verger d'agrumes ; d'*Aphis pomi* et *Dysaphis plantaginea* dans le verger de pommier et d'*Aphis sp.* dans le verger de néflier. Où nous avons enregistré des effectifs de 30180 individus sur les 3 stations. Au niveau Maghrébin *A. spiraecola*, a déjà été mentionné sur les agrumes au Maroc (Mazih, 2008 ; Belati & Belabed, 2014 ; Smaili et al., 2014). L'importance des pullulations des espèces aphidiennes varie d'un pays à un autre mais d'une façon générale, *A. spiraecola* demeure le puceron le plus abondant sur les agrumes (Neubauer et al., 1981). L'inventaire des pucerons a bénéficié de nombreuses études dans plusieurs pays. En Algérie, les études réalisées ont pu mettre en évidence une richesse de 47 espèces aphidiennes de l'Est algérien

(Laamariet *al.* 2011). En Tunisie, 19 espèces de pucerons ont été trouvées sur les arbres fruitiers (Ben Halima et Ben Hamouda, 2005). En Egypt, les études réalisées par Habib et El-Kady (1961) ont permis de recenser 80 espèces aphidiennes. En Iraq, les études réalisées ont pu mettre en évidence une richesse de 90 espèces aphidiennes (Al-Ali, 1977). Muller *et al.* (1977) ont trouvées 25 espèces aphidiennes au Soudan.

2.1. Les espèces de pucerons identifiées

2.1.1. Le puceron vert du pommier (*Aphis pomi*)

Monoécique sur arbres fruitiers à pépins, *Aphis pomi* passe l'hiver à l'état d'œufs déposés par les femelles ovipares sur les rameaux de l'année. Les éclosions interviennent en avril et l'aphide évolue en plusieurs générations dont les ailés assurent sa dissémination d'un arbre à l'autre. Ce puceron a une préférence pour les jeunes pousses dont il envahit la face inférieure des feuilles qui ne s'enroulent qu'en cas de fortes infestations (Sekkat ; 1980) (figure 08)



Figure 08 : Le puceron vert du pommier (*Aphis. pomi*) (18-05-2019)

2.1.2. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea*) :

C'est une espèce dioecique dont le pommier est l'hôte primaire et les plantains (plantes herbacées du genre *Plantago*) constituent les hôtes secondaires. En octobre-novembre, les femelles ovipares, après accouplement, déposent les œufs d'hiver, le plus souvent à la base des bourgeons du bois de 2 ou 3 ans et même sous l'écorce. Les éclosions débutent généralement vers la 3ème décennie de mars coïncidant ainsi avec le débourrement du pommier et les larves se dirigent vers les bourgeons les plus développés. Les premières fondatrices font leur apparition environ une semaine plus tard au moment où la plante hôte est en pleine floraison (SEKKAT et al., 2010).(figure 09)



Figure 09 : Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea*) (04-03-2019)

2.1.3. Puceron tropical de l'oranger *Toxoptera citricidus*

Ce puceron est présent dans la plupart des zones de culture des agrumes dans le monde, mais il était absent dans les pays du bassin méditerranéen et en Amérique du Nord jusqu'au milieu

des années 1990 (Hermoso de Mendoza *et al.*, 2008). Néanmoins, il a été détecté sur agrumes en 1994 à Madère (Ilharco& Sousa-Silva, 2009) et en 1995 en Floride (Hermoso de Mendoza *et al.*, 2008). En Juin 2000, il a gagné la Grèce (Dimou *et al.*, 2002), en 2002, le Nord de l'Espagne, en 2003, le Portugal, et en 2004, le Sud de l'Espagne (Hermoso de Mendoza *et al.*, 2008).

Il est le vecteur le plus efficace du virus tristeza (Eastop, 1977 ; Yahiaoui *et al.*, 2012). La tristeza est la maladie la plus destructive aux agrumes (D'Onghia&Djelouah, 2001) (figure 10)



Figure 10 : Puceron tropical des agrumes *Toxoptera citricidus* (17/04/2019)

2.1.4. Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola*

C'est un aphide qui peut vivre sur une très large gamme d'hôtes secondaires appartenant à plus de 20 familles, notamment, les Caprifoliaceae, Asteraceae, Rosaceae, Rubiaceae et Rutaceae (Blackman&Eastop, 2006). Saharaoui *et al.* (2001) ont mentionné que ce puceron est très dommageable aux agrumes en Algérie. Au Maroc, *A. spiraecola* a été observé pour la première fois en 1962, entre Rabat et Kenitra (Bové, 1967). Il peut transmettre des phytovirus, tels que Cucumber mosaic virus (CMV), Plum pox virus (PPV) et Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (Blackman&Eastop, 2007). Il peut intervenir également dans la transmission du CTV (Yahiaoui *et al.*, 2012).(figure 11)



Figure 11 : Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (17/04/2019)

2.1.5. *Aphis sp*

Les Aphis est un genre d'insectes de la famille des Aphididae ,appelés couramment « puceron » qui comprend de très nombreuses espèces dont beaucoup sont des ravageurs des cultures .(Figure 12)(Figure 12)



Figure 12,13 : *Aphis Sp* Boudouaou (25/04/2019)

2. Résultats de la dynamique des populations des aphides inventoriés

Les résultats du dénombrement des espèces aphidiennes recensées sur les arbres fruitiers sont consignés dans la figure ci-dessous

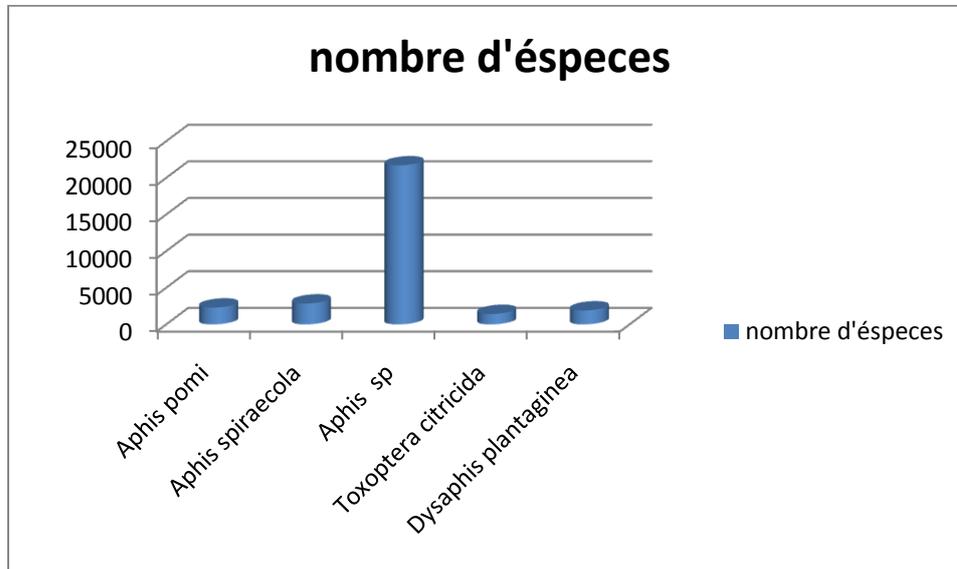


Figure 14 : Résultats de la dynamique des populations des aphides

D'après la figure 14, les résultats de la dynamique des populations des aphides recensés dans les 3 vergers nous montrent que le plus grand nombre d'individus aphidiens revient à l'espèce *Aphis. sp.* avec un total de 21710 individus, suivi par *A. spiricola* avec 2850 individus et *A. pomi* avec un total de 2297 individus et *Dysaphis plantaginea* avec 1899 individus et enfin *Toxoptera citricida* avec 1424 individus au total.

3. Répartition cardinale des aphides

A la lumière des résultats illustres dans les figures 15 et 16 et 17 nous pouvons dire que pour l'année 2019, l'orientation nord de l'arbre est la plus affectée par les pucerons.

3.1. Pommier

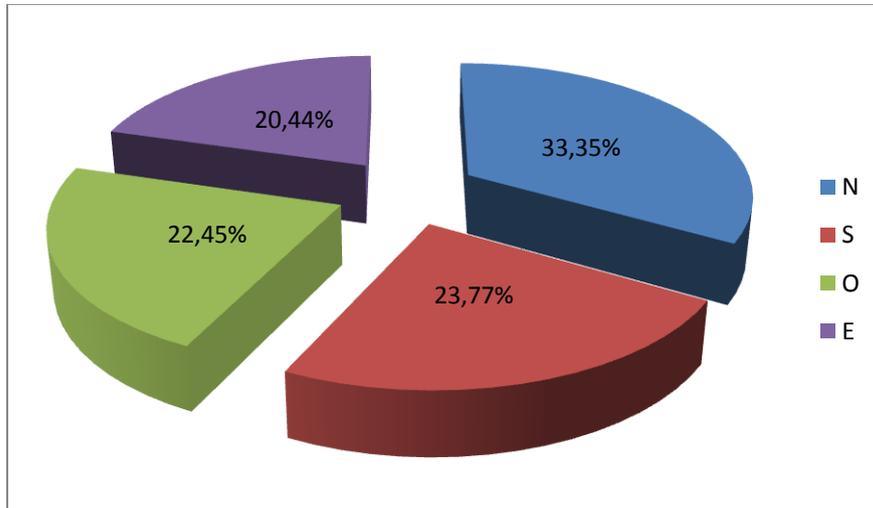


Figure 15 : Répartition cardinale des aphides sur pommier

Dans le verger de pommier l'orientation nord est la plus affectée avec un pourcentage de 33.35%, l'est vient en seconde position avec 23.77% suivie de l'orientation ouest et sud avec un pourcentage de 22.45% et 20.44%.

3.2. Néflier

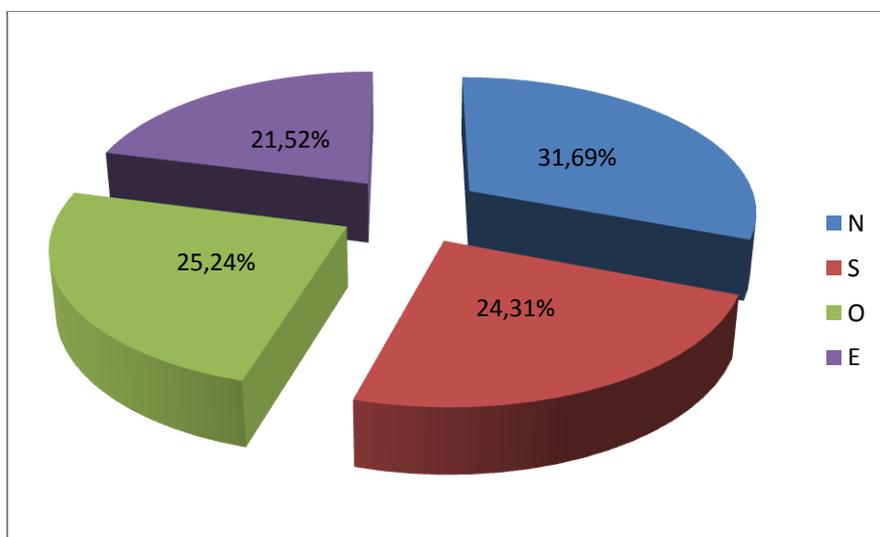


Figure 16: Répartition cardinale des aphides sur néflier

Dans le verger de Néflier le taux des pucerons augmente pour l'orientation nord (31.69 %) suivi de l'orientation sud 24.31 % puis l'ouest et l'est respectivement avec 25,24 % et 24,31%.

3.3.-Agrume

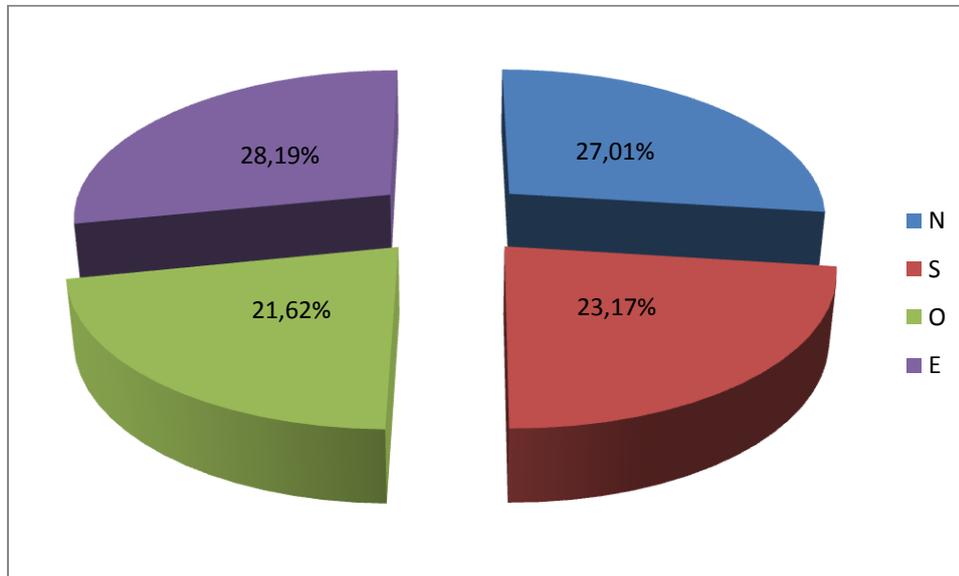


Figure 17 : Répartition cardinale des aphides sur Agrume

Dans le verger d'agrume les résultats sont différents, l'orientation Est est la plus affectée par rapport à l'orientation nord qui vient en seconde position avec une petite différence 27.01 % suivi de l'orientation sud et ouest avec 23.17% et 21.62%.

4. Evolution des effectives de pucerons dans le temps

Les tableaux 5, 6 et 7 montrent l'évolution temporelle des pucerons dénombrés sur les 10 arbres fruitiers prisés aléatoirement dans les 3 vergers :

4.1. Sur pommier

Tableur 05 : Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur pommier

	N	S	O	E
13/03/2016				
Total	119	71	82	52
19/03/2019				
Total	70	122	79	46
28/03/2019				
Total	29	39	32	27
03/04/2019				
Total	81	23	20	26
13/04/2019				
Total	159	61	55	70
20/04/2019				
Total	129	93	73	60
28/04/2019				
Total	117	59	94	48
09/05/2019				
Total	116	73	72	96
11/05/2019				
Total	153	97	72	95
18/05/2019				
Total	189	190	203	192

4.2. Sur agrume

Tableur 06 : Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur agrume

19-042019				
Total	197	112	104	107
23/04/2019				
total	99	84	92	82
28/04/2019				
Total	43	27	107	101
02/05/2019				
Total	86	53	102	60
8-052019				
Total	75	74	60	34
13/05/2019				
Total	68	38	60	60
16/05/2019				
Total	68	36	60	70
20/05/2019				
Total	130	106	90	99
24/05/2019				
Total	84	77	33	87
27/05/2019				
Total	36	55	36	48

4.3. Sur néflier

Tableur 07 : Evolution des effectives de pucerons dans le temps sur néflier

	N	S	O	E
17/03/2019				
Total	1076	727	642	506
21/03/2019				
Total	683	440	469	488
29/03/2019				
Total	726	594	556	503
05/04/2019				
Total	768	852	484	553
11/04/2019				
Total	498	355	398	433
19/04/2019				
Total	509	549	704	460
25/04/2019				
Total	551	548	556	457
29/04/2019				
Total	597	362	717	444
07/05/2019				
Total	534	486	543	479
19/05/2019				
Total	338	365	410	350

Au cours de l'année 2019 et sans tenir compte de l'espèce aphidienne, il est a remarqué que les pullulations les plus importantes sont enregistrées dans le verger de néflier plus de 150 individus sur feuille.

5. Les dégâts

Les pucerons font partie des ravageurs les plus connus des cultures. (Leclant, 1999). D'après Dedryvere (2010), une espèce végétale sur quatre, d'intérêt agricole est attaquée par le puceron, d'où des pertes économiques potentielles en agriculture dues aux pucerons.

Les figures 18, 19, 20 et le tableau 08 montrent les dégâts occasionnés par les pucerons dans nos vergers d'étude :



18 Pommier

19 grume

20

Figure 17.18.19 : les dégâts des espèces de pucerons identifiés sur feuilles

Tableau08 : les dégâts des espèces identifiés sur arbres fruitiers

Espèce	Nom commun	Nuisibilité
<i>Aphis pomi</i>	Puceron vert du pommier	Déformation de feuilles et de jeunes rameaux
<i>Aphis spiraecola</i>	Puceron vert des agrumes	Flétrissement des jeunes pousses
<i>Dysaphis plantaginea</i>	Puceron cendré du pommier	Déformations des feuilles et des rameaux
<i>Toxoptera citricida</i>	Puceron tropical de l'oranger	Affaiblissement des organes attaqués et fumagine
<i>Aphis sp.</i>		Dégâts directes et indirectes

Parmi les espèces identifiées dans le verger d'étude, *A. spiraecola*, *A. pomii*, *dysaphis .plantaginea* et *toxoptera . citricida*, sont les plus menaçantes et elles sont connues comme des vecteurs du virus de la Tristeza (Bové, 1961 ; Ghosh *et al.*, 2015). Malgré sa présence dans les autres pays du bassin méditerranéen, *T. citricida*, qui est le vecteur le plus impliqué dans la transmission de cette maladie (LebdiGrissa, 2010).

6. Exploitation des résultats par les indices écologique et l'analyse statistique

6.1. Les indices écologiques

6.1.1. La richesse totale (S)

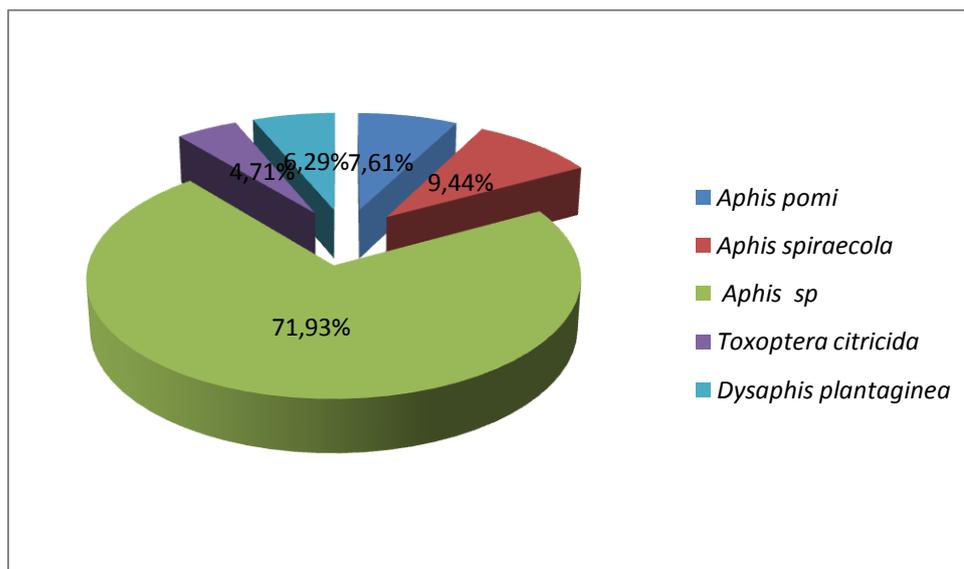
La valeur de la richesse totale (S) des espèces inventoriées dans les trois vergers d'arbres fruitiers est de 5 espèces.

6.1.2. L'abondance relative

Selon nos résultats, Les valeurs de l'Abondance relative des différentes espèces sont très variables dans les 3 vergers. Le puceron *Aphis sp.* est le plus représentatif avec un pourcentage de 71.93%. Les autres espèces sont faiblement représentées avec des pourcentages variant entre 6% à 9%.

Tableau 09 : L'abondance relative des espèces identifiées

Les espèces	le nombre	abondance
<i>Aphis pomi</i>	2297	7,61
<i>Aphis spiraecola</i>	2850	9,44
<i>Aphis sp.</i>	21710	71,93
<i>Toxoptera citricida</i>	1424	4,71
<i>Dysaphis plantaginea</i>	1899	6,29

**Figure 21 : Abondance relative des Aphides inventoriés**

7. Méthode statistique

Pour exploiter nos résultats par une analyse statistique, Une analyse de la variance ANOVA des tests de comparaisons multiples est effectuée pour comparer les densités des aphides entre les arbres et les points cardinaux et entre les sorties et les arbres fruitiers et autres comparaisons dans les stations d'études Tableau 10 Le logiciel utilisé dans cette étude est XLSTAT 7.1.

Tableau 10 comparaisons multiples entre les densités des aphides et autres paramètres

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Pr > F
Arbre	2	3800176,200	1900088,100	0,002
POINT CARDINAUX	3	48432,689	16144,230	0,025
SORTIE	9	34864,135	3873,793	0,053
Arbre*POINT				
CARDINAUX	6	72620,844	12103,474	0,030
Arbre*SORTIE	18	305651,882	16980,660	0,026
POINT				
CARDINAUX*SORTIE	27	104453,131	3868,634	0,054
Arbre*POINT				
CARDINAUX*SORTIE	54	296646,142	5493,447	0,045

7.1. Comparaison de la densité des aphides entre les différents arbres et les points cardinaux

Les résultats portant sur la Comparaison de la densité des aphides entre les points cardinaux et les différents arbres fruitiers sont consignés dans le tableau 10 et illustrés par la figure 22

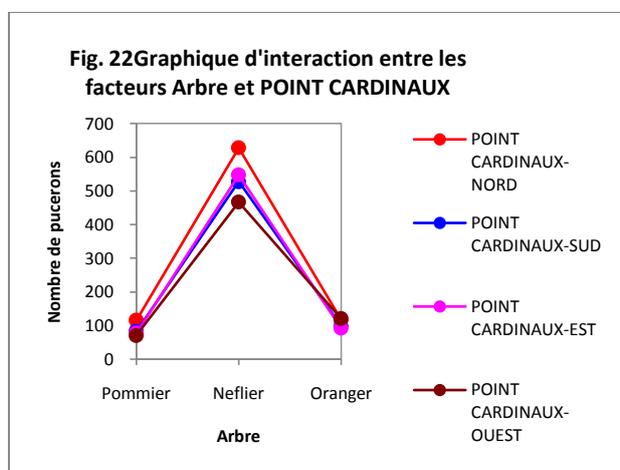


Figure 22 : Graphique d'interaction entre les facteur Arbre et Point cardinaux

Le tableau 10 et Fig. 22 montre qu'il y a une différence significative de la densité des pucerons entre les différents arbres fruitiers et les points cardinaux, c'est le point cardinal nord qui est mieux représenté par rapport à d'autres points cardinaux.

7.2. Comparaison de la densité des aphides entre les sorties et les différents arbres fruitiers

Les résultats portant sur la Comparaison de la densité des aphides entre les sorties et les différents arbres fruitiers sont consignés dans le tableau 10 et illustrés par la figure 23

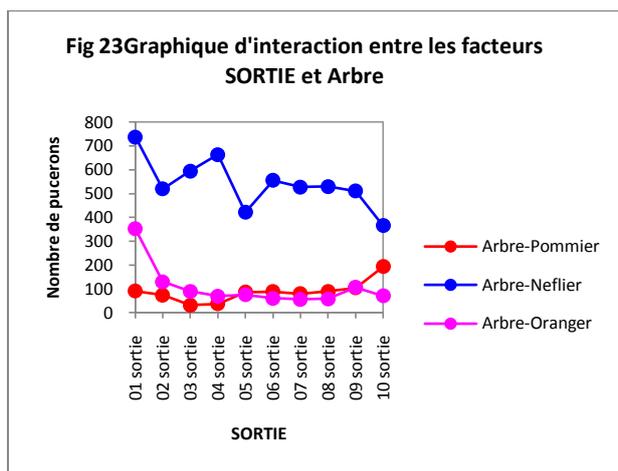


Figure 23 : Graphique D4interaction Entre Les Facteur Sortie Et Arbre

Le nombre des aphides évolue dans le temps, d'après la figure 23 on remarque que le néflier héberge le nombre le plus élevé des pucerons par rapport à l'oranger et le pommier, pour le facteur sorti c'est la première sortie dans les trois vergers que le plus grand nombre de puceron a été signalé.

Concluions et perspectives

Dans cette étude, nous avons identifié et recenser des pucerons inféodés aux arbres fruitiers. Cet inventaire biocénotique qualitatif et quantitatif a permis de connaître les espèces de pucerons présents.

L'étude menée sur la dynamique des populations de pucerons des rosacés et des agrumes dans la région de Boumerdès nous a permis de trouver une richesse totale de cinq espèces de pucerons dont 2 espèces de pucerons sur pommier variété Hanna et 2 espèces sur oranger variété Thomson et 1 espèce sur nifler variété Argelino. Ces espèces appartiennent à la sous famille des Aphidinae qui sont réparties sur 3 Genre dont Aphis, Dysaphis, et Toxoptira.

L'échantillonnage effectué dans le verger de pommier nous a permis de recenser 2 espèces de pucerons l'une qui est *Dysaphis Plontaginae* qui été dominante au mois de Février et Mars et le début du mois d'Avril avec des effectifs de 1899 individus. L'apparition de la deuxième espèce *Aphis pomi* été à la fin du mois d'Avril avec un total de 2297 individus.

L'échantillonnage effectué dans le verger d'agrumes nous a permis de recenser 2 espèces de pucerons, *Aphis. Spiricola* qui est l'espèce la plus dominante avec des effectifs de 2850 individus par rapport à *Toxoptira .citricida* avec un total de 1424 individus.

Aphis sp. a pullulé sur néflier. Le plus grand effectif réalisé par cette espèce est noté avec un total de 21710 individus.

L'évolution de la population globale des pucerons dans les trois vergers, nous a permis de montrer que l'activité la plus intense des pucerons est enregistrée dans le verger de néflier.

A la lumière des résultats illustrés dans cette étude nous pouvons dire que pour l'année 2019, l'orientation nord de l'arbre est la plus affectée par les pucerons.

Parmi les espèces identifiées dans les trois vergers, *Aphis spiraeicola*, *Aphis pomi*, *Dysaphis plantaginea* et *Toxoptira. citricida*, sont des espèces vectrices du virus de la Tristeza, *Toxoptira citricida* qui est le vecteur le plus impliqué dans la transmission de cette maladie.

Selon nos résultats, Les valeurs de l'Abondance relative des différentes espèces sont très variables dans les 3 vergers. Le puceron *Aphis sp.* est le plus représentatif avec un pourcentage

de 71.93%. Les autres espèces sont faiblement représentées avec des pourcentages variant entre 6% à 9%.

En matière de perspectives, il serait indispensable de poursuivre et approfondir encore les recherches sur la dynamique des populations, non seulement des seuls pucerons de les arbres fruitiers mais aussi d'autres espèces, non seulement à l'échelle d'un champ mais aussi à l'échelle beaucoup plus vaste d'une grande région. Le renforcement d'un réseau d'observation et de surveillance des pucerons pour suivre le vol des espèces les plus dangereuses vis à vis de la culture est souhaitable.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Akello J, Sikora R.,2012 - Systematic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control*. 61: 215-221.

Al-Ali A. S., 1977 - Phytophagous and Entomophagous Insects and Mites of Iraq. Natural History Research Center University of Baghdad, Publication No.33:142 pp.

Anonyme 2012- base de la production agrumicole en 2011/2012 Source :
<http://www.elmoudjahid.com>

Ashfaq M, Iqbal J, Ali A, Farooq U.,2007 - Role of abiotic factors in population fluctuation of aphids on wheat. *Pak. Entomol*. 29 (2): 117-122

Belati F. & Belabed A., 2014 - Phytosanitary state of plant citrus in irrigated area of the lower Moulouya (Morocco Oriental). *Nature & Technology* 10, 9 - 15.

Blackman R. L. and Eastop V. F.,2000 - Aphids on the world's crops: An identification and information guide, 2nd , wiley, chischister. 466p

Blackman R. L. & Eastop V. F., 2007- Taxonomic issues. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 1 - 29.

Blackman R. L. & Eastop V. F., 2006 - Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. Ed. John Wiley & Sons (UK), 1439 p.

Blondel J., 1979 - Biographie et écologie. Ed. Masson, Paris. 443p.

Bové J. M., 1961- Compte rendu du deuxième congrès international de virologie des citrus. *Fruits* 16 (4), 145 - 160.

Braut V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E., Blanc S., 2010 - Aphids as transport devices for plant viruses. *C. R. Biologies*. 333: 524-538.

Braut V., Blanc S., Jacquot E., 2007- Comment les pucerons transmettent des maladies virales aux plantes. *Biofutur*. 279 : 40-44

Brinza L., Vinuelas J., Cottret L., Calevro F., Rahbé Y., Febvay G., Duport G., Colella S., Rabatel A., Gautier C., Fayard J.-M., Sagot M.-F., Charles H., 2009-Systematic analysis of the symbiotic function of *Buchnera aphidicola*, the primary endosymbiont of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. C. R. Biologies. 332: 1034-1049.

Bretonneau J., 1978 - Atlas d'arboriculture fruitière. Volume 02. Ed. J.B. Baillière & Fils. Paris, 173 P

Buckley R. C. (1987a). Interactions involving plants, homoptera, and ants. Annu. Rev. Entomol 8: 111-135. Buckley R. C. 1987b - Ant-plant-homopteran interactions. Adv. Ecol. Res 16 : 53-85. Dedryver CA (2007). Pucerons : des dégâts et des hommes. Biofutur. 279: 22-25.

Bové J. M., 1967- Maladies à virus des citrus dans les pays du Bassin méditerranéen. Fruits 22 (3), 125 - 140.

Dajoz R.1974 - Dynamique des population Ed.Masson et Cie, 31p.

Dajoz R. 1971 - Précis d'écologie. 2a Edition. Dunod, Paris. 631p.

Dajoz R .1996 - Précis d'écologie. Ed presse Univ France .le biologiste, Ed Inst Nati Agro. Paris, Grignoni

Dedryver C.A., (2010) - Les pucerons : Biologie, nuisibilité, résistance des plantes, Journée Technique Fruits et Légumes Biologiques, 14 et 15 Déc. Angers, pp 23-26.

Dedryver C.A., Le Ralec A., Fabre F. 2010 -The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. C.R. Biologies. 333: 539-553.

Dinant S., Bonnemain J.-L., Girousse C., Kehr J., 2010 -Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding. C. R. Biologies. 333: 504-515.

Dogimont C., Bendahmane A., Chovelon V., Boissot N., 2010-Host plant resistance to aphids in cultivated crops: Genetic and molecular bases, and interactions with aphid populations. C. R. Biologies. 333: 566-573.

Duchauffour P.,2001 - Introduction à la science de sol. Dunod, Paris

Dreux P .1988 - précis d'écologie Ed presse Univ. France,le biologiste, paris 231p.

Francis F., Vandermoten S., Verheggen F., Lognay G., Haubruge E., 2005 - Is the (E)- β farnesene only volatile terpenoid in aphids?. JEN. 129(1): 6-11.

Francis F, Colignon P, Haubruge E., 2003 - Evaluation de la présence de Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes. Parasitica. 59(3-4): 129-139.

Fraval A.,2006 - Les pucerons. Insectes. No. 141: 3-8.

Fraval A.,2006b - Les pucerons – 2e partie. Office pour les insectes et leur environnement, France, 3e trimestre. Insectes n° 142 : 27-30 p.

Giordanengo P., Febvay G., Rahbé Y., 2007 -Comment les pucerons manipulent les plantes. Biofutur. 279 : 35-38.

Giordanengo P., Brunissen L., Rusterucci C., Vincent C., Van Bel A., Dinant S., Girousse C., Faucher M., Bonnemain J.-L., 2010 - Compatible plant-aphid interactions: how aphids manipulate plant responses. C. R. Biologies. 333: 516-523.

F. A. O., 2008 - Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques.F. A. O.Stat (Site Internet: [http:// www. FAO- org. Com](http://www.FAO-org.Com)).

F.A.O., 2013 - Importance de la culture du pommier par zone de production.

FAO :(Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2008.FAOSTAT home page (online). Available: <http://apps.fao.org/>.

FAO, 2009 - Agriculture indices (FAOSTAT). <http://faostat.fao>

Hales D.F., Tomiuk J., Woehrmann K., Sunnucks P., 1997 - Evolutionary and genetic aspects of aphid biology: A review. Eur. J. Entomol. 94: 1-55.

Harmel N., Haubruge E., Francis F., 2010 -Etude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 14(2): 369-378.

Hardie J., Powell G., 2002 - Video analysis of aphid flight behaviour. Computers and Electronics in Agriculture. 35: 229-242

Hugard Z., 1974- Importance des facteurs climatiques pour le choix variétal chez les rosacées fruitières. Conséquences dans le domaine de la recherche et du développement. Séminaire INA, EL HARRACH, Alger, 10P.

Hullé M., Turpeau-Aït Ighil E., Robert T. M. et Monnet Y., 1998 - Les pucerons des arbres fruitiers. Cycles biologiques et activités de vol. ACTA/INRA Éditions, Paris. 80 p.

Hullé M., Turpeau-Aït Ighil E., Robert T.M. et Monnet Y. 1999 - Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol – Éd. INRA/ACTA. 136 p.

Hullé M., Cœur d’Acier A., Bankhead-Dronnet., Harrington R., 2010 - Aphids in the face of global changes. C.R. Biologies. 333:497-503.

Hullé M., Turpeau-Aït Ighil E. et Chaubet B., 2011 - Puceron et milieu. Encyclo’Aphid. www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.

Hussain, A., N.A. Abbasi and A. Akhtar., 2007 - Fruit characteristics of different loquat genotypes cultivated in Pakistan. 2nd Int. sympo on loquat. Acta Hort., 750: 287-291.

ICM. 2001 - Insectarium De Montréal. Pucerons (poux de plantes), La toile des insectes du Québec, Montréal (Québec), mai 2001. 12-25p

Kuate, Bella-Mang, François Damesse, Lazare Kouodiekong, Sali Atanga Ndindeng, Olivier David, Laurent Parrot 2006- Enquête sur les cultures fruitières dans les exploitations familiales agricoles en zone humide du Cameroun Jean

Jaloux B. 2010 - Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mécanismes et perspectives. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.

Leclant F. 1978 - Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne. Implications agronomiques. Thèse Doctorat es Science. Université de Montpellier. 318p.

Leclant F. 1999 - Les pucerons des plantes cultivées, clef d’identification. Tome II, cultures maraîchères. Ed. ACTA et INRA, Paris.64 et 98 p.

Leclant F. 2000 - Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d’indentification. III – Cultures fruitières. ACTA – INRA Ed. 128 p.

Leroy P., Capella Q. and Haubruge É. 2009 -L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. Gembloux Agricultural University – FUSAGx. Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive. 326-329 p.

Leroy P.D., Wathelet B., Sabri A., Francis F., Verheggen F.J., Capella Q., Thonart P., Haubruge E., 2011 -Aphid-host plant interactions: does aphid honeydew exactly reflect the host plant amino acid composition?. *Arthropod Plant Interaction*. 1: 1-7.

Loeillet 2010 -la production mondiale des agrumes ''les marchés mondiaux''.

Malais M. et Ravensberg W. J., 1993 - Connaître et reconnaître. Mode de vie des ravageurs de serres et de leurs ennemis naturels. Koppert B.V. 109 p.

Minks A. K. and Harrewijn P. 1987 - Aphids their biology, natural enemies and control, vol. A. F. A. KINGAUF. Elsevier, Amsterdam. 76-95p.

Mondor E.B., Roitberg B.D., 2002 - Pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, cornicle ontogeny as an adaptation to differential predation risk. *Can. J. Zool.* 80: 2131-2136.

Morton J.F. (ed.). 1987 - Loquat. In: *Fruits of Warm Climates, Creative Resource Systems*, Winterville, FL.p.103-108.

Muller F. P., El-Amin T. M. and Muddathir K., 1977 - A preliminary simplified key for the aphids hitherto recorded from the Democratic Republic of the Sudan. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock* 2: 245-248.

Qubbaj T., Reineke A. and Zebitz C. P. W., 2005 - Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *Entomol. Exp. Appl* 115(1): 145-152.

Radwan DEM., Lu G., Ali Fayed K., Younis Mahmoud S., 2008. Protective action of salicylic acid against bean yellow mosaic virus infection in *Vicia faba* leaves. *Journal of Plant Physiology*. 165: 845-857.

Ramade F. (1984). *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris. 397 p.

Remaudière G. et Remaudière M. 1997 -Catalogue des Aphididae du Monde. Homoptera, Aphidoidea. INRA Ed, Paris. 473 pp.

Roberta Y., 1982- Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. In : les pucerons des cultures, ACTA, Paris, pp. 29.

Robert Y., 1982 - Les pucerons de la pomme de terre. In : les pucerons des cultures, ACTA, Paris, pp.198.

Robert M., 1996 - Les sols cultivés, 2^{ème} édition, Paris, 389p.

Robinson J.p., Harris Sa., Juniper Be., 2001 - Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. *Plant. Syst. Evol.* 226: 35–58.

Simon J-C., Rispe C., Sunnucks P. 2002 - Ecology and evolution of sex in aphids. *TRENDS in Ecology & Evolution.* 17 (1): 34-39.

Simon J-C., Stoeckel S., Tagu D., 2010 - Evolutionary and functional insights into reproductive strategies of aphids. *C.R. Biologies.* 333: 488-496.

Sullivan D.J. 2005 - Aphids. *Encyclopedia of Entomology.* 1: 127-146.

Sullivan D.J. 2007 - Aphids (Hemiptera: Aphididae). *Encyclopedia of Entomology.* 1: 191-215.

Turpeau-Ait Ighil E., Dedryver C.A., Chaubet B., Hullé M. 2011 - Les pucerons des grandes cultures : cycle biologiques et activités de vol

Vandermoten S., Mescher M.C., Francis F., Haubruge E., Verheggen F.J., 2012 - Aphid alarm pheromone: an overview of current knowledge on biosynthesis and functions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology.* 42: 155-163. cycle biologiques et activités de vol, Quae, Paris, pp. 33.

Vantaux A., Van den Ende W., Billen J., Wenseleers T., 2011 - Large interclone differences in melezitose in the facultatively ant-tended black bean aphid *Aphis fabae*. *Journal of Insect Physiology.* 57: 1614-1621.

Verheggen F.J., Haubruge E., De Moraes C.M., Mescher M.C. 2009 - Social environment influences aphid production of alarm pheromone. *Behavioral Ecology.* 20: 283-288.

Voelckel C., Weisser W. W. and Baldwin I. T., 2004 - An analysis of plant-aphid interactions by different microarray hybridization strategies. *Mol. Ecol.* 13(10): 3187-3195.

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 : 197-201p.

Walling L., 2000 - The myriad plant responses to herbivores. *J. Plant Growth Regul* 9(19) : 195-216.

Webber et Herbert, (1967)-Histoire des agrumes en Europe.Site : <http://uses.plantnet-projet.org/fr/>

Yahia Y., Guetat A., Elfalleh W., Ferchichi A., Yahia H., Loumerem M. 2012 -Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African Journal of Biotechnology*. 11 (56): 11913-11924.

Yao I. and Akimoto S. I., 2001 - Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oecologia* 128 : 36-43p.

Zintzaras E., Margaritopoulos J.T., Tsitsipis J.A. (1999).Statistical tree classification of aphids based on morphological characteristics. *Computers and Electronics in Agriculture*. 24: 165-175.

Zoebelein G., 1955 - Der Honigtau als Nahrung der Insekten. *Z. Angew. Entomol* 38 : 369-416