

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

Université Abdelhamid Ibn

Mostaganem كلية العلوم الطبيعية

Nature et de la Vie



جامعة باديس Badis-

الحياة Faculté des Sciences de la

**Département d'Agronomie**

**Mémoire de fin d'études**

Pour l'obtention du diplôme de **Master en agronomie**

Présenté par

**Melle Termoul Amira et Melle Sadi Narimen**

**Spécialité : Protection des végétaux**

**Thème**

Inventaire de la faune entomologique dans deux sites agricoles (Agrumes et Mauvaises herbes) dans la région de Mazagran (Mostaganem).

Soutenu le 21/09/2024

**Devant le jury**

<b>Présidente</b>	<b>Mme Sayah Farida</b>	<b>MCB</b>	<b>UAB Mostaganem</b>
<b>Examinatrice</b>	<b>M. Meliani Hadj Ahmed</b>	<b>MAA</b>	<b>UAB Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	<b>M. Arbaoui Mohammed</b>	<b>MCA</b>	<b>UAB Mostaganem</b>
<b>Co-Encadreur</b>	<b>Dr. Ghelamallah Amine</b>	<b>MCA</b>	<b>UAB Mostaganem</b>

**Année universitaire : 2023/2024**

## *Remerciements*

*Tout d'abord, on remercie Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la force, la persistance et de nous avoir permis de finaliser ce modeste travail dans de meilleures conditions.*

*On tient à remercier nos encadreur M. ARBAOUI Mohamed pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour son aide et ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce mémoire de fin de cycle, et M. CHELEMALAH Amine pour ses orientations et ses efforts pour terminer ce travail.*

*Nos sincères remerciement aux membres de jury, Mme Sayah Farida présidente de ce jury, ainsi que M. Meliani Hadj Ahmed notre examinateur.*

*Que M. ABDELMOUNNE djilali trouve ici toute notre reconnaissance et nos sincères remerciements.*

*Par ailleurs, on tient à remercier tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation. Merci*

## **Dédicaces**

*Tout d'abord, je dédie ce modeste travail avec immense joie  
à ma mère Djeddi Fatima, mon père Termoul Laïd, ma tante Djeddi  
Houria*

*Vous m'avez donné toute l'attention et tout l'amour. Aucun de mes mots ne saurait  
exprimer*

*l'ampleur de ma reconnaissance .accueillants, sages, sont vos qualités. Mon amour  
pour vous est grand, et vous me donnez la joie de vivre.*

*a ma sœur ,hasnae je n'oublierai jamais ton soutien et tes encouragements,  
merci*

*beaucoup pour votre aide précieuse < Dieu vous bénisse et vous protège et vous réserve  
tout le bonheur et la réussite>*

*A mes chères amies houaria et Amel e , sarah , assala , fatma qui ont été la  
source de ma force tout au long de ce travail.*

*A mes chères frères , Anes et mohamed , hadjou je leur souhaite tout le succès*

*Sans oublier ma mielleure amie et aussi mon binôme Narimen Sadi pour son  
soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail*

*En fin je tiens à exprimer toutes mes reconnaissances à tous ceux qui ont contribué de  
près ou de loin à l'élaboration de ce travail par leur soutien moral ou matériel*

*Amira*

## **Dédicaces**

*Je tiens en tout premier lieu à remercier Allah le Tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la force De mener ce travail a bout.*

*A mes parents,*

*Par votre amour et votre éducation, vous avez fait de moi qui je Suis. Vous avoir comme parents a été ma plus grande chance Dans la vie et elle l'est toujours ; j'en suis très reconnaissante et Espère de tout mon cœur en être digne. Merci de m'avoir offert Une enfance des plus heureuses et de m'avoir transmis des Valeurs de vie qui me sont chères. Vos encouragements et votre Soutien m'ont permis d'arriver ici aujourd'hui, après toutes ces Années d'étude.....*

*Ames chères sœurs ,hayet et soriya merci beaucoup pour votre aide précieuse*

*A tous mes amies ,amira et batoul qui ont été la source de ma force tout au long de ce travail.*

*Narimen*

## Résumé

Certains insectes représentent un modèle biologique original et pertinent, Ils sont des auxiliaires volants qui combattent les pucerons des cultures importantes. Ils se rencontrent dans pratiquement tous les milieux terrestres, à l'état larvaire comme à l'état adulte. Parmi certains insectes sont utiles en agriculture, notamment en lutte biologique. La plupart des espèces sont aphidiphages se nourrissent de pucerons. En revanche, à l'état adulte, des espèces comme les syrphes sont pollinisatrices (se nourrissent de nectar et de pollen). Ainsi, des populations d'insectes peuvent servir à réguler les populations de ravageurs en champs et à compléter les moyens de lutte déjà existants. Cet intérêt sur l'utilisation des insectes dans la lutte biologique, nous a amené à étudier la faune entomologique de deux sites différents (verger d'agrumes et les mauvaises herbes). Ce suivi a été réalisé dans la ferme expérimentale de Mazagran (Université Abdelhamid Benbadis). Des pièges ont été installés dans les deux sites choisis. Entre Mars et Juillet 2024, cinq mois de piégeage, nous avons pu déterminer des espèces en utilisant des clés, ainsi, une détermination des espèces au niveau du laboratoire. Sur les 5 mois du piégeage, les résultats obtenus ont révélé un total de 1 152 individus, comprenant 6 ordres ont été identifiés avec 25 familles.

**Mots clés :** Entomophages, Inventaire, Mauvaises herbes, Verger d'agrumes.

## **Abstract**

Some insects represent an original and relevant biological model. They are flying auxiliaries that combat aphids on important crops. They are found in almost all terrestrial environments, both in the larval and adult stages. Among these insects are those that are useful in agriculture, particularly in biological control. Most species are aphidophagous, feeding on aphids. However, in their adult stage, species like hoverflies are pollinators (feeding on nectar and pollen). Thus, insect populations can help regulate pest populations in fields and complement existing control methods. This interest in the use of insects for biological control led us to study the entomological fauna of two different sites (citrus orchard and weeds). This study was conducted at the Mazagran experimental farm (Abdelhamid Benbadis University). Traps were installed at both selected sites. Between March and July 2024, during five months of trapping, we were able to identify species using keys and determine species in the laboratory. The results from the five months of trapping revealed a total of 1,152 individuals, including 6 orders and 25 families.

**Keywords:** Entomophages, Inventory, Weeds, Citrus orchard.

## المخلص

في طائرة مساعدات تعتبر فهي .وملائمًا أصليًا بيولوجيًا نموذجًا تمثل الحشرات بعض البيانات جميع تقريبًا في الحشرات هذه تُوجد .الهامة المحاصيل يصيب الذي المنالمنّ مكافحة توجد الزراعة، في المفيدة الحشرات بعض بين من .البالغة أو اليرقة مرحلة في سواء الأرضية، على تتغذى حيث للمللمنّ، مفترسات هي الأنواع معظم .البيولوجية مكافحة في تستخدم أنواع (السيرفي) الزهور ذباب مثل الأنواع بعض تتغذى ذلك، من النقيض على .الصغيرة الحشرات أن يمكن وبالتالي، .التلقيح في وتساهم البلوغ مرحلة في اللقاح وحبوب الرحيق على .الحالية مكافحة وسائل وتكملة الحقول في الآفات أعداد تنظيم في الحشرات مجموعات تساعد الحشرية الحياة لدراسة دفعتنا البيولوجية مكافحة في الحشرات استخدام في الفائدة هذه مزرعة في الدراسة هذه تنفيذ تم .(الضارة والأعشاب الحمضيات بستان) مختلفين موقعين في الموقعين في مصائد تثبيت تم .(باديس بن الحميد عبد جامعة) التجريبية مازاگران الأنواع تحديد من تمكنا الصيد، من أشهر خمسة خلال، 4202 ويوليو مارس بين .المختارين أشهر، الخمسة الصيد فترة خلال .المختبر في الأنواع تحديد وكذلك لمفاتيح، باستخدام .عائلة 52 مع تحديدها تم رتب 6 شملت فردًا، 2511 إجمالي عن النتائج كشفت

**الكلمات المفتاحية:** الحمضيات بستان الضارة، الأعشاب الجرد، الحشرية، المفترسات

## *Table des matières*

Remerciements	Dédicaces	Résumé	Abstract	ملخص	<i>Introduction générale</i>	
.....						1

*1<sup>ère</sup> partie :*                      *Revue bibliographie Chapitre*

*I :*                                      *Etude des syrphes*

1.	Aperçu sur la famille des Syrphidés.....	4
2.	Position systématique.....	4
3.	Cycle de développement.....	4
4.	Morphologie.....	
	5	
4.1	Adultes .....	5
4.2	Oeufs.....	9
4.3	Larves.....	9
4.4	la pupe.....	11

*Chapitre II :*                      *Agrumiculture*

1.	Les agrumes.....	
14		
1.1.	Historique et répartition des agrumes dans le monde.....	14
1.2.	L'aire agrumicole.....	
14		
2.	Taxonomie.....	14
3.	Description botanique des agrumes.....	15

3.1. La partie souterraine.....	15
3.2. La partie aérienne :.....	15
3.3. Morphologie et anatomie du fruit.....	16
4. Production agrumicole.....	17
4.1. Dans le monde .....	17
4.2. production en Algérie.....	17
5. Maladies et ravageurs.....	18
5.1. Maladies virales.....	18
5.2. Maladies bactériennes.....	20
5.3. Maladies cryptogamiques.....	20
5.4. Les Ravageurs.....	22
5.5. Maladies physiologiques .....	25
6. Aspect sanitaire.....	25
6.1. Méthodes de lutte contre les ravageurs des agrumes.....	25

**Chapitre III : Généralité sur les pucerons**

1. Généralités sur les pucerons .....	28
2. Description morphologique des aphides.....	28
3. Aspect biologique.....	29
4. L'espèce <i>Aphis spiraecol</i> .....	31
4.1 Description morphologique .....	31

<b>4.2 Classification systématique.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Cycle biologique.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Dégâts causés par <i>Aphis spiraecola</i>.....</b>	<b>32</b>
<b>5. Lutte contre les pucerons .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Les moyens de lutte culturale.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Les moyens de lutte chimique.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Lutte prophylactique.....</b>	<b>34</b>
<b>5.4 Lutte physique.....</b>	<b>35</b>
<b>5.5 La lutte biologique.....</b>	<b>35</b>
<b>6. Insectes prédateurs.....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 Coléoptères prédateurs.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Arachnides prédateurs.....</b>	<b>37</b>
<b>6.3 Les parasitoïdes.....</b>	<b>38</b>
<b>7. Les champignons entomopathogènes.....</b>	<b>39</b>
<b><i>2<sup>ème</sup> partie :</i></b>	<b><i>Etude expérimentale</i></b>
<b>1. Objectif de l'étude .....</b>	<b>41</b>
<b>2. Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1. Site d'étude .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2. Matériel et Méthode.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3. Observation et identification des insectes .....</b>	<b>44</b>

3. Analyse statistique.....	44
<b>Chapitre II : Résultats et Discussion</b>	
1. Caractéristique botanique.....	47
1.1. Les adventices.....	47
1.2. Les agrumes.....	47
1.3. Inventaire.....	47
2. Faune du site des agrumes.....	51
3. Faune du site des adventices .....	52
4. Comparaison entre l'entomofaune entre les deux sites (agrumes et adventices) .	52
Discussion.....	53
<i>Conclusion générale</i> .....	55
<i>Références bibliographiques</i> .....	57

## *Liste des figures*

<b>Figure 1 :</b> Le cycle de vie des syrphes.....	4
<b>Figure 2 :</b> Yeux d'un adulte d' <i>Episyrphus balteatus</i> vu au grossissement $2 \times 10,4$ : chez la femelle B: chez le male (site2).....	5
<b>Figure 3 :</b> La tete d'un syrphidé avec ses appendices (Sites 3) a : tete d'une femelle (Vue de dessus). b: tete d'un male (Vue de dessus). c: vue latérale (male). d: vue de face.....	6
<b>Figure 4 :</b> Aile d'un syrphe (Site 4).....	7
<b>Figure 5 :</b> Les haltères ou les balanciers chez <i>Chrysotocum intermedium</i> .....	8
<b>Figure 6 :</b> Abdomen d'un adulte d' <i>Episyrphus balteatus</i> vu au grossissement $2 \times 10$ A: Abdomen de la femelle, B: Abdomen du male.....	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 7 :</b> Abdomen d'un adulte de <i>Syrphus ribesii</i> vu au grossissement $2 \times 10$ A: Abdomen de la femelle, B: Abdomen du male.....	9
<b>Figure 8 :</b> Œuf d'un syrphe.....	9
<b>Figure 9 :</b> Différents stades larvaires d' <i>Episyrphus balteatus</i> .....	10
<b>Figure 10 :</b> Une larve de Syrphidé dévorant un puceron (Site 10).....	11
<b>Figure 11 :</b> Les deux formes de la puppe.....	12
<b>Figure 12 :</b> Feuilles, fleurs et fruits d'oranger (Hama et Asloune, 2016) .....	16
<b>Figure 13 :</b> Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématiques d'une clémentine.....	16
<b>Figure 14 :</b> Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.....	17
<b>Figure 15 :</b> Répartition géographique des superficiels d'agrumes en Algérie.....	17
<b>Figure 16 :</b> Sytômes de l'Exocortis.....	19
<b>Figure 17 :</b> Symptômes de Psoros.....	19
<b>Figure 18 :</b> Symptômes de Phytophthora.....	21
<b>Figure 19 :</b> Symptomes de Blight.....	22
<b>Figure 20 :</b> Pucerons.....	23
<b>Figure 21 :</b> La mineuse .....	23
<b>Figure 22 :</b> Cochenille.....	24

<b>Figure 23</b> : La mouche.....	<b>24</b>
<b>Figure 24</b> : Les nématodes.....	<b>25</b>
<b>Figure 25</b> : Puceron aptère et ailé .....	<b>29</b>
<b>Figure 26</b> : Cycle biologique des pucerons.....	<b>30</b>
<b>Figure 27</b> : Aphis Spiraecola .....	<b>31</b>
<b>Figure 28</b> : Localisation géographique de la ferme expérimentale de Mazagran.....	<b>41</b>
<b>Figure 29</b> : Photo satellitaire des parcelle d'étude .....	<b>42</b>
<b>Figure 30</b> : Sites d'étude (Mauvaises herbes et Agrumes).....	<b>43</b>
<b>Figure 31</b> : Matériels utilisés au niveau du laboratoire.....	<b>44</b>
<b>Figure 32</b> : Matériels d'identification.....	<b>44</b>
<b>Figure 33</b> : Répartition des familles d'insectes appartenant à l'ordre des diptères entre les agrumes et les adventices.....	<b>48</b>
<b>Figure 34</b> : Répartition des familles d'espèces d'insectes appartenant à l'ordre des lépidoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices .....	<b>49</b>
<b>Figure 35</b> : Répartition des familles d'espèces d'insectes appartenant à l'ordre des coléoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices.....	<b>49</b>
<b>Figure 36</b> : Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des neuroptères dans les deux champs d'agrumes et adventices .....	<b>50</b>
<b>Figure 37</b> : Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des hyménoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices .....	<b>50</b>
<b>Figure 38</b> : Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des hemiptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices.....	<b>51</b>
<b>Figure 39</b> : Nombre d'individus d'insectes selon l'ordre d'appartenance (agrumes).....	<b>51</b>
<b>Figure 40</b> : Nombre d'individus d'insectes selon l'ordre d'appartenance (adventices).....	<b>52</b>
<b>Figure 41</b> : Ordres recensés dans les deux sites agrumes et adventices .....	<b>52</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : Ordre et familles de la faune dans les deux champs étudiés .....	<b>47</b>
---	-----------

### ***Liste de abréviation***

**UNCTAD** : Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement .

**CNCC** :Compagnie Nationale des Commissaires aux Comptes

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**FAO** :Food and Agriculture Organization.

**IPM** : Integrated Pest Management.

**ITAFV** : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

**INPV** : Institut National de la Protection des Végétaux.

**USDA**: United States Department of Agriculture.

**PIC**: Protection Intégrée des Cultures.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique.

**CVAM** : Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural.

# *Introduction générale*

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale des pays à travers le monde entier. Les agrumes, en particulier, ont une grande importance dans le développement économique et social des pays producteurs. Ils constituent les produits d'exportation et de transformation en divers dérivés tels que les jus, confitures, essences, comme ils peuvent être une source d'emploi (**Loussert, 1987**).

De son côté le puceron vert des agrumes est un déprédateur qui se nourrit de la sève des agrumes il se reproduit rapidement et peut causer des dommages significatifs aux arbres, en affaiblissant leur système immunitaires et en les rendant plus vulnérables aux infections par d'autres organismes nuisibles. Les pucerons des agrumes sont également connus pour transmettre des maladies virales aux arbres, ce qui peut entraîner des pertes de production importantes pour les agriculteurs (**Fouarge, 1990; Amrouche et Djaadi, 2020**).

Le contrôle des insectes nuisibles, se fait généralement par des traitements chimiques de synthèse, mais leur utilisation doit être limitée car ils peuvent avoir des effets secondaires indésirables sur l'environnement et les organismes bénéfiques. Il est important de choisir une méthode de lutte alternative appropriée afin de préserver l'environnement tout en contrôlant les ravageurs.

Les syrphidés sont des auxiliaires de l'agriculture, soit par leur rôle de pollinisateurs, soit par leur rôle de prédateur des pucerons (une larve peut consommer plus de 200 pucerons); ou encore par l'action des larves sur la transformation de la matière organique. (**Van veen, 2004**)

Les syrphidés, excellents auxiliaires, appartiennent à l'ordre de Diptères ils occupent la totalité des habitats terrestres naturels ou anthropisés . Caractérisées par une grande variété de niches écologiques et les trois principaux groupes trophiques pour l'alimentation de leurs larves: microphages (se nourrissent de microorganismes), phytophages (se nourrissent de plantes) et prédateurs (se nourrissent d'insectes principalement). Les adultes quand à eux se nourrissent, sauf exception, de pollen et de nectar sur les fleurs.

Notre travail est divisé en quatre sections. Dans la première partie, une revue bibliographique est présentée avec des informations bioécologiques sur les Syrphidés et des rappels sur les pucerons. Et Dans la deuxième partie, nous exposons les protocoles expérimentaux dont nous exposons en détail les équipements et les méthodes employés lors de cette étude. La troisième partie présente l'ensemble des résultats obtenus, que ce soit lors du travail sur le terrain ou lors des tests en laboratoire. Dans la partie suivante, nous abordons les résultats obtenus. Et nous concluons en proposant des perspectives de recherche.

*1<sup>ère</sup> partie :*  
*Revue bibliographie*

***Chapitre I :***  
***Etude des syrphes***

## 1. Aperçu sur la famille des Syrphidés

L'insecte diptère de la famille des syrphidés, à l'abdomen jaune, a une caractéristique de vol particulière: il est immobile dans les airs, bat des ailes, puis vole soudainement vers un autre point. Se caractérisent par des couleurs les faisant souvent ressembler à des guêpes, des abeilles ainsi que par un vol stationnaire (sont capables de faire du sur-place). 6000 espèces ont été décrites dans le monde (Khaghaninia et al., 2010).

Certaines espèces sont connues en tant qu'insectes aphidiphages très utiles dans la lutte biologique

## 2. Position systématique

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordre: Diptera

Sous-ordre: Cyclorrhapha

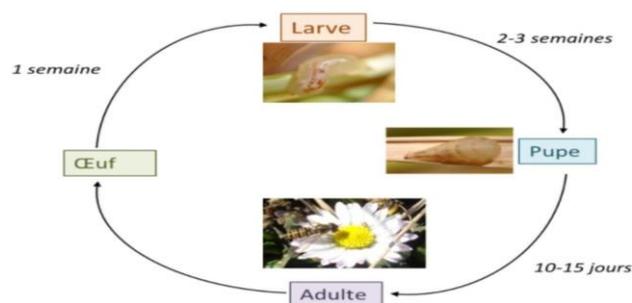
Section: Aschiza

Superfamille: Syrphoidea

Famille: Syrphidae (Sarthou, 1996)

## 3. Cycle de développement

Le cycle de vie des syrphes est composé de quatre phases de développement : l'œuf, la larve, la pupa et l'adulte (fig.1). Le déroulement d'un cycle complet varie entre deux semaines et deux ans. Il est évident que la durée de chaque stade varie en fonction de la température, de l'humidité et de la disponibilité en nourriture (Legemble, 2008). Ces différents stades sont tous capables de supporter les rigueurs de la mauvaise saison (Fredon, 2009).



**Figure 1:** Le cycle de vie des syrphes (site 01)

## 4. Morphologie

### 4.1 Adultes

L'allure des Syrphidés adultes est extrêmement variée. Selon les espèces, certaines sont de petite taille, allongées et minces, tandis que d'autres sont grandes et velues. De façon générale, la taille oscille de quelques millimètres, cas de *Neoascia globosa* à plus de 24 mm cas de *Milesia crabroniformis*.

La famille des Syrphidés présente exclusivement des caractéristiques spécifiques:

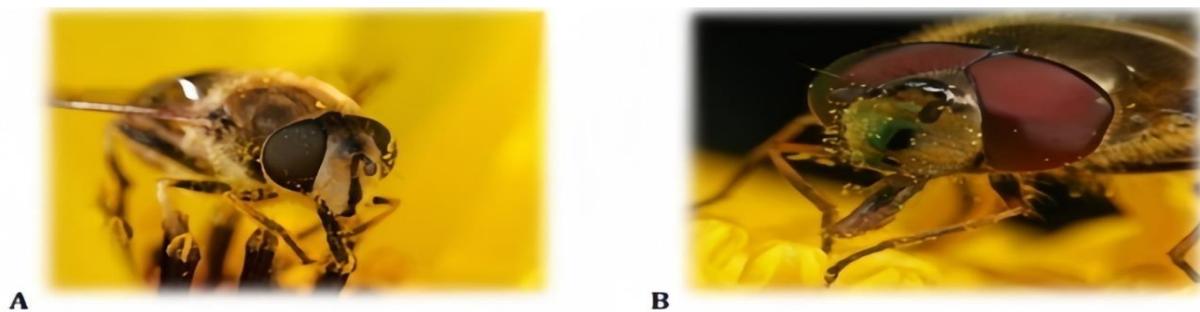
- présence d'une <vena spuria> ,
- Arista implantée sur la base du troisième article antennaire,
- absence de chête fort sur le thorax et plus généralement sur tout le corps,
- finesse des pattes et un vol typique (Verlinden, 1994).

Comme chez tous les insectes, le corps de l'adulte se divise en trois parties : la tête, le thorax l'abdomen.

#### 4.1.1 Tête

La tête est complètement dépourvue de cage thoracique, distincte et mobile et généralement occupée en grande partie par les yeux composés (ommatides) . Les yeux peuvent être glabres ou velus et possèdent souvent des cils courts et épais.

Ils sont généralement dichoptiques (séparés) chez les femelles et holoptiques (jointifs Chez les males ) (Fig. 2.). Les antennes, toujours composées de trois articles, sont implantées entre les yeux soit directement sur la capsule céphalique soit sur une apophyse peu développée (ex. : *Pipiza* spp.). La face se trouve sous les antennes et possède généralement une protubérance centrale plus ou moins saillante : le calus facial (Sarthou, 1996).



**Figure 2 :** Yeux d'un adulte d'*Episyrphus balteatus* vu au grossissement  $2 \times 10,4$  : chez la femelle B: chez le male (site 02)

En dehors des yeux, la tête offre quatre régions principales :

#### a) Région frontale :

La région frontale s'étend de la partie postérieure de la tête (occiput) à la base des antennes. Cette région contient le vertex, le triangle ocellaire qui porte les ocelles (la bande frontale est étendue chez la femelle et réduite chez le mâle) (Fig.3) (Stubbs & Falk, 1983 ; Speight, 1987).

#### b) Face :

C'est la région qui s'étend verticalement entre les yeux, de la base des antennes à l'épistome. Certaines espèces de Syrphidés ont une protubérance ou Knob centrale. Chez quelques Syrphidés se trouve une zone marginale distincte-Zygoma- bordant les yeux, qui est souvent d'une texture différente de la face (Stubbs & Falk, 1983 ; Verlinden, 1994).

#### c) Région postérieure :

C'est la région au dessus de laquelle se trouve l'occiput (Fig.3). Elle est concave chez les Syrphinae et bombée chez les Milesiinae (Stubbs & Falk, 1983 ; Speight, 1987).

#### d) Région inférieure :

Elle s'étend entre la face et la région postérieure et contient l'appareil buccal, le péristome qui entoure l'orifice buccal et l'épistome formant le bord antérieur (Stubbs & Falk, 1983).

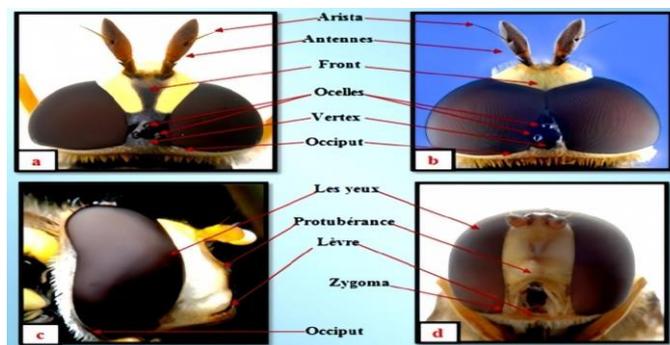
#### 4.1.1.1. Appendices de la tête

##### a) Appareil buccal :

Comme chez tous les Diptères, il est composé de pièces réunies de manière à former une trompe. Chez les Syrphidés, les mâchoires et les mandibules disparaissent et l'extrémité de la lèvre inférieure s'épaissit en une ventouse (Speight, 1987).

##### b) Antennes :

Chaque antenne est constituée de trois articles implantés entre les yeux. Le troisième article (distal) porte l'arista (Fig.3) (Speight, 1987). Il s'agit d'un chête (glabre, hirsute ou plumeux) implanté dorsalement près de la base. Chez quelques espèces rares, l'arista se trouve plus en avant (Verlinden, 1994).



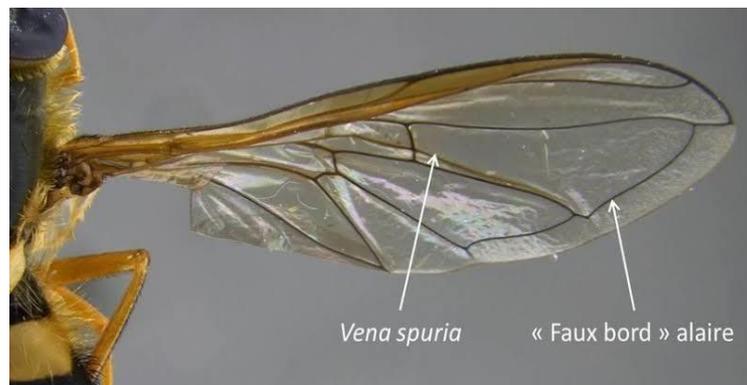
**Figure 3 :** La tête d'un syrphidé avec ses appendices (Sites 03) a : tête d'une femelle (Vue de dessus). b: tête d'un male (Vue de dessus). c: vue latérale (male). d: vue de face

### 4.1.2 Thorax

Le thorax des syrphes est subdivisé en trois régions : le prothorax auquel s'attache la première paire de pattes ; puis le mésothorax qui porte la deuxième paire de pattes et la paire d'ailes. Le métathorax porte les balanciers, La troisième paire de pattes est également portée par ce dernier segment (Stubbs et Falk, 1983 ; Delvare et Aberlenc, 1989). Le thorax porte les appendices suivants :

**a) Aile :** La nervure d'aile présente une grande variabilité dans la famille. Les syrphes possèdent une fausse veine ou vena spuria qui leur est caractéristique et qui permet de les distinguer des autres Diptères.

Cette veine est localisée près du centre de l'aile est plus ou moins parallèle à l'axe longitudinal de l'aile. L'autre particularité anatomique de leurs ailes est qu'aucune nervure n'atteint l'extrémité de l'aile : "faux bord" (Sarhou, 1996 ; Sarhou et Sarhou, 2013) (Fig. 04).



**Figure 4 :** Aile d'un syrpe (Sit04)

### **b) Balanciers**

Chez les Diptères, la seconde paire d'ailes (présente normalement chez les insectes) a été transformée en une paire d'organes stabilisateurs, connus sous le nom d'haltères ou balanciers (Figu.5) (Séguy, 1961; Speight et al., 2007). Chaque haltère se compose d'une tige mince et d'un bouton gonflé à l'apex, situés en arrière des ailes.

Les balanciers, servent à l'équilibre au cours du vol (Ramade, 2008). Si le corps de l'insecte tourne ou change de direction en vol, une force de torsion se développe que l'insecte détecte avec des organes sensoriels connus sous le nom de sensilles campaniformes (mécanorécepteurs) localisées à la base des haltères (Speight, 1987).



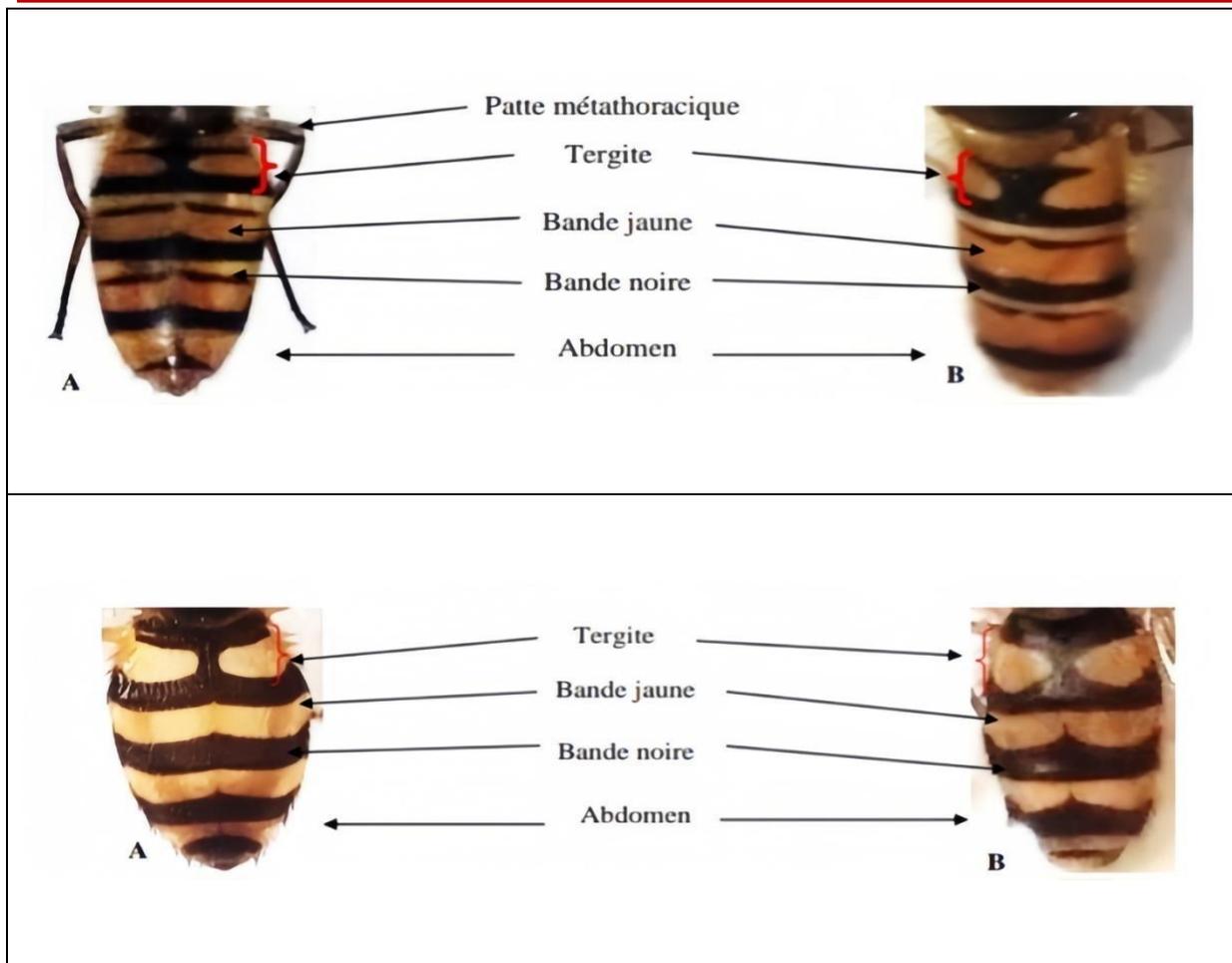
**Figure 5** : Les haltères ou les balanciers chez *Chrysotocum intermedium* (Cliché **Mébarhia, 2012**) c) **Pattes**

Comme chez tous les diptères, elles sont constituées par cinq articles : le coxa (à la base), le trochanter (une petite unité), le fémur (l'unité la plus puissante de la patte), le tibia et le tarse, ce dernier est composé de cinq articles ou tarsomères, dont le premier qui est le plus long est nommé le basitarse (**Stubbs et Falk, 1983**).

#### **4.1.3 Abdomen**

L'abdomen occupe la plus grande partie du corps de l'insecte, sa forme est variée et diffère d'une espèce à une autre. Il est généralement ovale mais, peut également être allongé et rétréci dans sa partie basale, plus rarement large à la base et le sommet progressivement aminci. L'abdomen des syrphidés est composé de trois ou quatre, parfois cinq tergites bien visibles, sauf exception (deux seulement chez *Triglyplus primus*) (**Sarthou, 1996**). L'abdomen d'*E. balteatus* est de forme ovale, plus mince chez le mâle. Il est rayé de bandes de couleur orangée et une double bande noire sur chacun de ses 4 tergites chez les deux sexes (Fig. 6). Chez *S. ribesii*, il est jaune avec des larges bandes transversales noires, dont les deux premières sont reliées par une large bande dorsale dans l'axe du corps. Chez le mâle, l'abdomen apparaît légèrement plus mince que chez la femelle (Fig. 7).

Le dernier segment protège les génitalia dont la structure chez les mâles est assez complexe et variable entre genres et espèces, ce qui les rend utiles à l'identification (**Stubbs et Falk, 1983**).



**Figure 6 :** Abdomen d'un adulte de *Syrphus ribesii* vu au grossissement 20 A: Abdomen de la femelle, B: Abdomen du mâle(site 05)

#### 4.2 Oeufs

Les œufs de syrphes sont de forme ovale d'environ 1mm de long, blanchâtres à jaunes avec des motifs spécifiques sur la surface Les motifs sont variés et semblent être des caractères taxonomiques importants dans certains genres et servent à l'identification Leur taille varie selon les espèces de 800 à 1300  $\mu\text{m}$  (Sarhou, 1996 ; Ohara, 2012 )(Fig. 08)



**Figure 7 :** Œuf d'un syrphe (Sarhou, 2006)

### 4.3 Larves

Le développement larvaire passe par trois stades avant la pupation (Hartley, 1961). Mais, il existe des exceptions, cas d'*Eristalis aeneus* dont la larve passe par cinq stades larvaires avant la pupation (Abou-el-Ela *et al.*, 1978). Les larves de syrphes sont d'un aspect translucide et de type vermiforme et acéphale. Elles ne possèdent, ni pattes segmentées (seulement des tubercules dépourvus de musculature), ni tête sclérifiée (une tête régressée à pièces buccales transformées en crochets mobiles) et sont aveugles (Sathou, 1996).

Les larves au moment de l'éclosion sont blanches translucides. Une fois que la larve commence à s'alimenter, son tube digestif apparaît sous forme d'une ligne noire. Lorsque la larve passe au deuxième stade, nous remarquons de petites taches blanches au niveau dorsal et des lignes rouges sur les côtés. Aussi, la ligne noire est également dispersée sous forme de taches. Enfin, nous distinguons le troisième stade par l'étalement de la couleur blanche et des lignes rouges apparaissent au milieu de cette dernière. Nous remarquons également, l'apparition de deux tubes respiratoires au niveau de l'extrémité de la larve et le début de la



Larve du premier stade (L1) juste après l'éclosion vu au grossissement 2×10



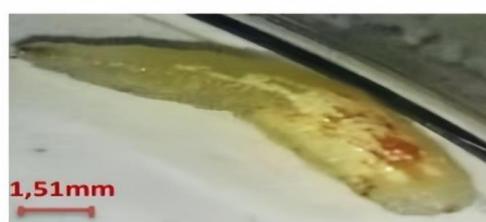
Larve du premier stade (L1) après consommation des pucerons



Larve du deuxième stade (L2)



Larve du troisième stade (L3) avant le rejet du méconium



Larve du troisième stade (L3) après le rejet de méconium

sécrétion d'un liquide noir (Méconium) (Fig. 9).

**Figure 8** : Différents stades larvaires d'*Episyrphus balteatus* (site 06)

### 4.3.1 Prédation chez les larves

Les larves appartenant à la sous famille des Syrphinae sont des prédateurs de pucerons. Lors de la prédation, le prothorax et le mésothorax sont déployés et balancés en un large mouvement latéral pour détecter les pucerons (**Rotheray, 1993**). Une fois la proie reconnue, la larve « projette » une salive collante pour l'immobiliser, puis perce le puceron en faisant intervenir ses pièces buccales qui vont pénétrer au travers de la cuticule. La larve aspire alors l'hémolymphe en opérant un mouvement de va-et-vient des pièces buccales. La digestion des larves de syrphes aphidiphages est extra-orale. Ce type de digestion est rencontré chez environ 79% des insectes prédateurs (**Cohen, 1995**) (Fig.10). Une fois la proie vidée de son contenu, il n'en reste qu'une sorte d'exuvie abandonnée par la larve. Après une capture, les larves intensifient leur chasse (**Rotheray, 1993**).

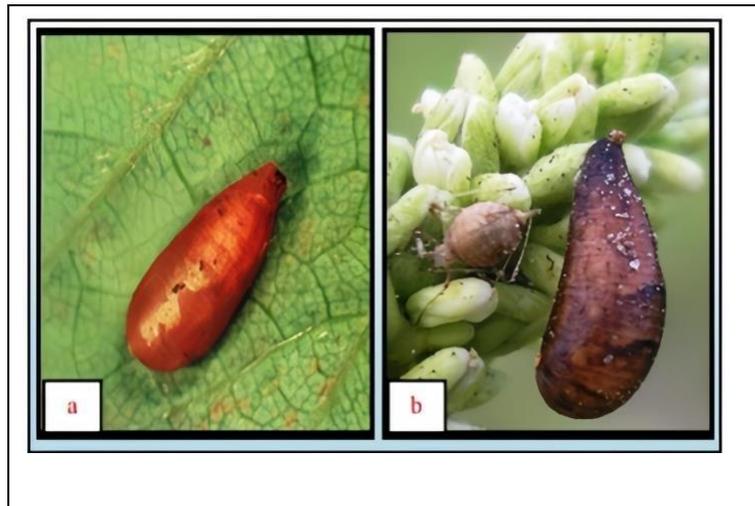
Malgré l'absence d'yeux et de pattes, les larves prédatrices des Syrphidés représentent un groupe particulièrement performant et bien représenté avec plus du tiers des espèces connues de diptères prédateurs au stade larvaire (**Sarthou, 1996**). Il a été signalé par **Gilbert (1986)**, que le nombre de pucerons consommés peut atteindre jusqu'à 1200 au cours du stade larvaire.



**Figure 9** : Une larve de Syrphidé dévorant un puceron (Site 07)

### 4.4 la pupe

La pupe se présente le plus souvent sous la forme d'un tonnelet (Fig.11a) et de couleur beige plus ou moins foncé, cas des genres *Metasyrphus*, *Scaeva* et *Syrphus*, et parfois sous la forme d'une gouttelette (Fig.11b) allongée d'environ 1 cm de longueur et de couleur blanchâtre à beige clair, cas des genres *Episyrphus* et *Meliscaeva*, ou vert clair à beige, cas du genre *Sphaerophoria* (**Sarthou, 1996**).



**Figure 10** : Les deux formes de la pupa (a : forme d'un tonnelet, b : forme d'une gouttelette)  
(Site 08)

# *Chapitre II :* *Agrumiculture*

## 1. Les agrumes

Première production fruitière mondiale, le terme agrume regroupe des fruits de couleur vive, orange ou jaune en général (Heuzet, 2013). Le terme général orangeries désigne non seulement les plantations d'oranges mais, par extension toute plantation d'agrumes constituant le verger agrumicoles (Medjedoub, 1996). Les oranges sont les principaux représentants de cette catégorie, avec environ 70% des agrumes produits, le groupe inclut également d'autres fruits tels que les mandarines, les clémentines, les citrons jaunes et verts ainsi que les pamplemousses. Ils aiment la chaleur des pays tropicaux et méditerranéens et ne supportent pas les températures en dessous de 0° (UNCTAD, 2014).

### 1.1. Historique et répartition des agrumes dans le monde

Les agrumes sont originaires du pays du Sud-Est Asiatique. Leurs cultures se confondent avec l'histoire des civilisations chinoises. En effet c'est avec le rayonnement de la civilisation Chinoise et Indoue que la culture des agrumes, s'est propagée à l'ensemble des pays du Sud-Est Asiatique, le Sud de Japon et l'archipel de Malaisie (Loussert, 1989 cité par Berrighi, 2007).

### 1.2. L'aire agrumicole

Les agrumes auraient été diffusés au Moyen-Orient, puis dans les pays méditerranéens, par les échanges commerciaux de l'antiquité et jusqu'à nos jours. C'est ainsi, qu'à la fin du 16ème siècle, les agrumes à l'exception du mandarinier, s'étaient répandus dans presque toutes les régions tropicales et subtropicales (Parfonry, 2001). Selon Cassin (1984), l'aire agrumicole est répartie en trois zones climatiques principales :

- Zone intertropicale, elle s'étend de l'Equateur aux latitudes 22°-23° Nord et Sud ;
- Zone semi-tropicale, elle s'étend entre les latitudes 22°-23° et 28°-29° Nord et Sud ;
- Zone subtropicale, située entre 30° et 40° Nord et Sud.

## 2. Taxonomie

D'après Praloran (1971) la position taxonomique des agrumes, est comme suit :

**Règne :** Végétal

**Embranchement :** Angiospermes

**Classe:** Eudicotes

**Sous classe:** Archichlomydeae

**Ordre:** Germinale (Rutales)

**Famille :** Rutaceae

**Sous-famille :** Aurantioideae

**Tribu :** Citreae

**Sous-tribu :** Citrinae

**Genre :** Poncirus, Fortunella et Citrus

### **3. Description botanique des agrumes**

Selon **Richard (2004)**, les agrumes sont composés de deux parties : la partie souterraine qui forme le porte-greffe et la partie aérienne (greffon) qui porte les fruits de la variété de l'espèce cultivée.

#### **3.1. La partie souterraine**

Les racines principales : les racines sont très solides et ont également pour fonction de maintenir au sol un arbre généreux dont la frondaison présente, par sa persistance et son abondance, une forte prise au vent ; Les racines secondaires : elles absorbent les éléments minéraux indispensables à l'alimentation de l'arbre en éléments nutritifs (**Richard, 2004**).

#### **3.2. La partie aérienne**

Selon **Richard, 2004** :

**Le tronc** : on greffera sur ce dernier, à quelques dizaines de centimètres du sol, la variété choisie. Le tronc conduit, vers la frondaison, la sève riche en éléments minéraux ;

**Les branches charpentières** : elles prennent naissance sur le tronc et restent limitées par la taille au nombre de trois ou quatre et porteront les sous-mères, qui porteront à leur tour les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères ;

**Les feuilles** : selon les espèces et les variétés, mais aussi selon l'âge et la taille, les feuilles présentent des formes et des tailles très diverses. Plus larges et plus grandes, celles du citronnier sont aussi plus claires que celles de l'oranger, ovales et d'un vert sombre ;

**Les fleurs** : le calice de la fleur du citron est constitué de 3 ou 5 sépales verts, de 5 pétales plus généralement blanc chez l'oranger, ou pourpres pour ceux du citronnier. Les étamines au nombre de 20 à 30 sont soudées à leur base par groupes de trois ou quatre. Le pistil est formé de plusieurs carpelles. L'ovaire constitue la base du stigmate sur lequel se fixera le pollen libéré au printemps ;

**Les fruits** : ils varient selon les espèces et les variétés et présentent des poids et des tailles variables. Ils sont oblongs ou sphériques. L'épiderme (on dit aussi l'écorce) est jaune ou vert et contient les glandes riches en huile essentielle largement utilisée en aromathérapie. La pulpe est la chair du fruit qui renferme plus ou moins de jus ; se divise par quartier 8 à 11 pour les citrons.



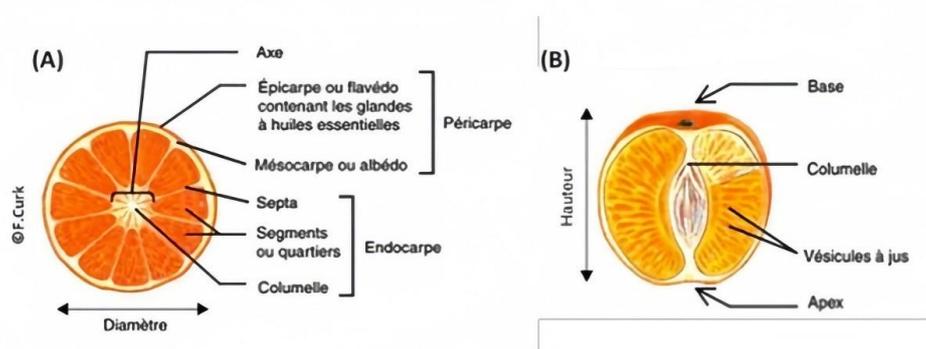
**Figure 11** : Feuilles, fleurs et fruits d'oranger (Hama et Asloune, 2016)

### 3.3. Morphologie et anatomie du fruit

Tous les fruits des agrumes ont la même structure. Seuls la dimension et la forme changent d'une espèce à une autre. Il s'agit d'un point de vue biologique d'une baie charnue (Figure 13). Le fruit est composé de deux parties: la peau également appelée péricarpe et la pulpe appelée aussi endocarpe.

Le péricarpe est composé d'un épicarpe qui correspond au flavédo et d'un mésocarpe qui correspond à l'albédo (Ladanyia, 2008). Le flavédo représente la partie externe colorée (vert, jaune, orange...) contenant les glandes à huiles essentielles.

L'albédo quant-à-lui représente la partie interne de la peau composée de tissus spongieux de couleur blanchâtre. Au milieu de l'endocarpe se trouve l'axe central du fruit (columelle) qui est entouré par les segments. Ces derniers sont composés de vésicules à jus nommés aussi sacs à jus (Salunkhe et Kadam, 1995 ; Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996 ; Ladanyia, 2008).

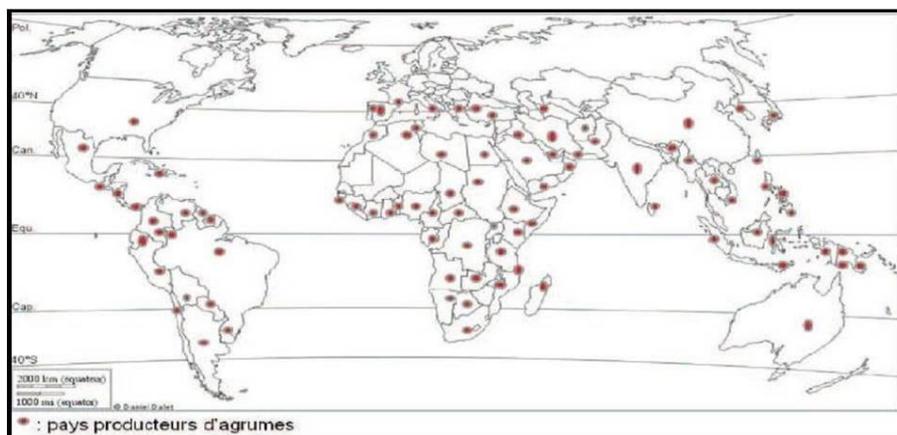


**Figure 12** : Coupes transversale (A) et longitudinale (B) schématiques d'une clémentine (Khefifi, 2015)

## 4. Production agrumicole

### 4.1. Dans le monde

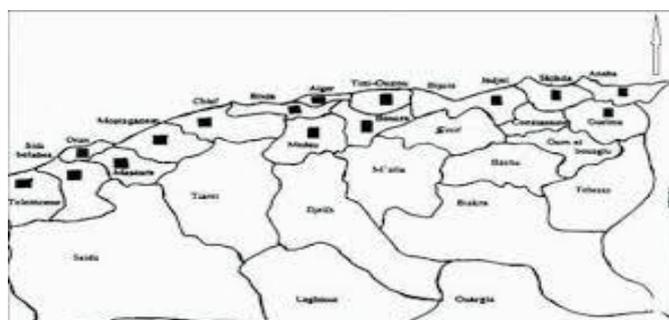
Les agrumes ont leurs principales zones de production dans la région méditerranéenne (figure 14), le sud des États-Unis, l'Amérique centrale, l'Afrique, la Chine, l'Australie et le Japon (Hill, 2008). Elle est également cultivée dans les régions tropicales et même subtropicales, sa culture se situant entre les latitudes 40°N et 40°S (Agustí et al., 2014). Ces zones vont de 0 à 1000 mètres d'altitude (Hill, 2008)



**Figure 13** : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Ousaadi et Moukdad, 2017).

### 4.2. production en Algérie

En Algérie, le développement des agrumes occupe une place prépondérante. Les zones Agrumicoles se situent principalement dans le nord du pays (figure 15). Les principales Régions productrices d'agrumes, par ordre d'importance, sont la côte de Mitigja avec 44%, le Habra à Mascara avec 25%, les environs de Bonmoussa et la plaine de Saff à Skikda avec 16% (Biche, 2012).



**Figure 14** : Répartition géographique des superficiels d'argumes en Algérie ( Mellah et Triaki , 2020)

A Mostaganem, la culture des agrumes occupe une superficie de 5 428,5 hectares, avec un Rendement d'environ 139 329,2 tonnes pour la campagne 2021-2022 (D.S.A , 2022)

## 5. Maladies et ravageurs

Les maladies représentent un véritable défi pour la production des agrumes. Les maladies les plus fréquentes sont les maladies virales, dont plus de 60 sont déjà identifiées. La Tristeza et l'Excortis sont les maladies à virus les plus courantes chez les agrumes, entraînant une décoloration de la feuille, une diminution de la production et la mort des branches. Le bas du tronc de l'arbre malade va s'affaiblir. D'un arbre infecté par le virus Excortis, l'écorce se brise et s'écaille. Les virus se diffusent à travers les boutures et les greffons, les outils (de petite taille) et les mains. La tristesse est également transmise par les pucerons. Après avoir été infecté, un arbre ne peut plus se rétablir et il doit être abattu le plus vite possible afin de ne pas être un foyer d'infection pour les autres arbres.

Pour prévenir la propagation des maladies à virus, il faut prendre les précautions suivantes :

- Utilisez du matériel végétal sain.
- Brûlez tous les arbres infectés, ou soupçonnés de l'être.
- Désinfectez les outils entre chaque arbre, en les plongeant dans une solution de 1/10 d'eau de Javel et 9/10 d'eau.
- Si la Tristeza sévit dans votre région, combattez les pucerons.

En général, les dégâts qu'occasionnent les maladies et les parasites ont un réel impact économique des agrumes.

### 5.1. Maladies virales

Les maladies à virus sont considérées comme les pathologies les plus dangereuses et les plus inquiétantes sur les agrumes. Parmi ces maladies, on cite :

Plus inquiétantes sur les agrumes. Parmi ces maladies, on cite :

#### 5.1.1 Tristeza (*Citricivirus* *viatoris* Fawcett)

La maladie à virus est répandue dans la plupart des pays citricoles et est considérée comme la plus dangereuse des citrus. On la transmet par greffage et bouturage, ainsi que par les principaux vecteurs de la transmission.

Le puceron brun ou puceron tropical (*Toxoptera citricidus*) est une maladie.

- Le puceron vert (*Aphis spiraeicola*) ainsi que le puceron du melon ou puceron du cotonnier (*Aphis gossypii*) montrent une activité relativement faible. Ces deux espèces de pucerons sont très communes dans le bassin méditerranéen.

#### 5.1.2 Excortis (*Citrus Exocortis* Viroid)

Excortis est un mot qui signifie « écaillage de l'écorce » (figure 16). Il s'agit d'une maladie virale rapportée dans tout le bassin méditerranéen, mais elle n'est actuellement pas

présente. Il ne provoque presque aucun dégât, car le bigaradier est sensible à l'Exocortis. Ce n'est pas le cas des porte-greffes recommandés pour remplacer le bigaradier. Le poncirus trifoliata, le citrumelos et les Citranges sont en effet très sensibles à l'Exocortis. Elle se fait exclusivement de manière mécanique et se produit soit lors du greffage de greffons issus d'un arbre contaminé, soit lors de la taille ou de la récolte avec des outils contaminés par la sève d'un arbre malade.



**Figure 15 :** Syptômes de l'Exocortis (CNCC, 2014)

### 5.1.3 Psoros (*Citrus psorosis virus*)

Les orangers, mandariniers, clémentines et pomelos sont principalement touchés par cette maladie, tandis que les citronniers ne sont pas affectés. Il s'agit d'une maladie sévère : malgré sa gravité. Les arbres ne meurent pas, mais sont affaiblis (figure 17), les fruits sont de petite taille et les chutes sont importantes (Loussert, 1987).



**Figure 16 :** Symptômes de Psoros (CNCC, 2014)

### 5.1.4 Cachexie (*Citrus cachexia viroid*)

Aussi connue sous le nom de Xyloporose, cette maladie à viroïde est présente dans presque toutes les régions agrumicoles du globe. Elle touche également les porte-greffes hybrides. Certains greffons de variétés d'oranges, de mandarines et de clémentines sont composés de poncirus.

## 5.2 Maladies bactériennes

### 5.2.1 Stubborn (*Spiroplasma citri*)

Il s'agit d'un mycoplasme (un micro-organisme similaire aux virus et aux bactéries). On peut transmettre le mycoplasme en pépinière par greffage. En verger, il peut se propager d'un arbre malade à un arbre sain par les cicadelles, en particulier par les arbres sains. *Circulifer tenellus* et *Neolaliturus haematoceps* sont deux espèces. Il s'agit de la plus fréquente et de la plus grave maladie, surtout lorsqu'elle est liée à une autre virose, principalement la Psoros.

### 5.2.2 Chancre bactérien d'agrumes (*Xanthomonas campestris* PV.Citri) -

Infecte toutes les parties aériennes de la plante.

- Les lésions, taches ponctuelles au départ, deviennent soit de petites pustules surélevées soit des éruptions.

### 5.2.3 *Xanthomonas*

Crée la maladie des agrumes. Il s'agit d'un tissu brun spongieux qui se forme sur les branches, les feuilles et les fruits. La maladie est prévenue par l'utilisation de cultivars résistants. Il n'y a pas de traitement chimique contre le chancre. La maladie est causée par une bactérie et le seul traitement consiste à déraciner et à détruire tous les arbres infectés de la région.

## 5.3 Maladies cryptogamiques

Les maladies d'origines cryptogamiques qui s'attaquent aux agrumes sont assez nombreuses. Elles touchent les différents organes végétatifs des Citrus (les racines, le tronc, le fruit,...).

### 5.3.1 Pourriture sèche des racines (*Fusarium* sp) -

Mort brutale des arbres.

- Dépérissement unilatéral des arbres.
- Pourriture sèche des racines avec une coloration brune ou marron.

### 5.3.2 Pourridié des racines

A la suite d'une blessure ou sur certaines sensibles, le mycélium de différents champignons peut envahir les racines, provoquant l'arrêt de la circulation de la sève et par suite la mort de l'arbre.

### 5.3.3 Gommose à *Phytophthora* (*Gummosis* - *Citrus brown rot*)

Il s'agit d'un des agents pathogènes majeurs des agrumes. Vers 1850, l'utilisation de porte-greffe s'est avérée être la seule façon de préserver les agrumes, y compris toutes les variétés. Les entreprises commerciales sont extrêmement vulnérables à la phytophthora. Il existe différents éléments qui peuvent entraîner une attaque : un sol très humide et chaud (25°C), des

blessures sur l'écorce, la sensibilité du porte-greffe et de la variété greffée. Les spores du sol ou les débris peuvent être projetés sur les fruits ou les branches basses lors de pluies ou d'irrigation par aspersion et contaminer les tissus (figure 18).



**Figure 17 :** Symptômes de Phytophthora (CNCC, 2014)

### **5.3.4 Mal secco (Phomatracheiphila)**

Cette maladie cryptogamique est causée par *Phoma-tracheiphila*, champignon qui se développe dans les tissus conducteurs et entrave la circulation de la sève causant un dessèchement des grosses branches et dépérissement total de l'arbre en un ou deux ans.

### **5.3.5 Fumagine**

En général, cette maladie est le résultat d'une attaque intense de cochenille et de puceron, ou d'aleurode. Effectivement, ces insectes laissent échapper un miellat sur les feuilles et les rameaux, où le champignon responsable de la fumagine (*Capnodium citri*) se trouve dans un environnement propice à son épanouissement.

### **5.3.6 Anthracnose**

Cette maladie, due au *Colletotrichum gloeosporioides*, affecte principalement les arbres affaiblis qui présentent un déséquilibre minéral ou hydrique dans leur alimentation. Elle se répand grâce aux premières pluies d'automne et entraîne un dessèchement. Particularité des rameaux jeunes et des extrémités des branches qui entraînent la chute des feuilles. Les feuilles et les rameaux desséchés présentent de petites taches foncées.

### **5.3.7 Blight**

Déjà connu en Floride en 1896, le Blight a entraîné de grandes pertes en Amérique. Il ne fait sans doute pas partie du bassin méditerranéen. Le responsable demeure.

Jusqu'à présent inconnu. La maladie a pu être transmise grâce à des greffages expérimentaux de racines d'arbres malades sur des racines d'arbres sains, mais la transmission n'a pas été obtenue grâce à des greffages de rameaux ou d'yeux, ni en plantant un arbre sain dans le sol d'un arbre malade. Les arbres touchés sont flétris (figure 19), les vaisseaux du xylème sont bloqués. Les gourmands sont nombreux sur les troncs. En général, les arbres ne sont pas morts, mais deviennent improductifs. Selon les porte-greffes, les symptômes se manifestent plus ou

moins rapidement, mais une fois la maladie diagnostiquée, sa gravité reste la même (Jacquemond C. et al, 2013).



**Figure 18** : Symptomes de Blight (Jacquemond et al., 2013)

## 5.4 Les Ravageurs

Les insectes se développent sur les oranges de l'arbre et sont très nombreux. Ils sont non seulement destructeurs, mais sont également des vecteurs de maladies virales et bactériennes.

### 5.4.1 Pucerons (*Aphis spiraecola*)

Ce petit puceron est d'un vert clair à jaune verdâtre. En général, les pucerons ailés sont plus foncés, généralement bruns, à l'exception de l'abdomen qui est verdâtre (figure 20). Les coccinelles jouent un rôle essentiel dans la lutte contre les pucerons, en particulier *Coccinella algerica*, qui se rencontre facilement dans les populations de pucerons, en particulier dans les vergers agrumicoles. Elle se rencontre principalement au début du printemps sur des plantes basses spontanées et cultivées. Un autre prédateur important est également présent : les syrphes. Les pucerons sont principalement attirés par les larves de ses syrphes.

Ce sont sur la face inférieure des feuilles et sur les jeunes pousses des agrumes qu'ils se rencontrent le mieux. Les jeunes pousses s'enroulent sous leur influence, puis la partie la plus tendre des feuilles prend une forme ovalaire. Une sécrétion d'exsudat ou de miellat sur lequel se développe la fumagine est également observée.



**Figure 19 : Pucerons (CNCC, 2014)**

#### 5.4.2 La mineuse des feuilles des agrumes (*Phyllocnistis citrella*)

La production d'agrumes est principalement limitée par la mineuse des feuilles des agrumes (figure 21). Les facteurs climatiques influencent la durée du cycle biologique. Pendant la saison estivale, il s'étend de 14 à 17 jours. Pendant l'hiver, il dure environ 52 jours.

Le cycle a une durée totale de 13 à 15 jours avec des températures allant de 26 à 28°C. En Algérie, le cycle biologique du citronnier et de l'oranger dure environ 20 jours à une température moyenne de 21 à 28°C et une humidité relative située à environ 50%.

**Figure 20 : La mineuse (CNCC, 2014)**

#### 5.4.3 Cochenilles (*Coccus*)

La cochenille est extrêmement étendue. Elle est présente sur de nombreuses plantes sauvages et cultivées, notamment sur les agrumes (figure 22). La cochenille dissimule un miellat abondant sur les fruits, les feuillages et les rameaux, ce qui entraîne une explosion de fumagine, aggravant ainsi les dégâts. La valeur commerciale des fruits avec des cochenilles et des traces de fumagine diminue considérablement. Dévore les feuilles des agrumes. Elle peut être réprimée par des techniques de lutte biologique. L'utilisation des ennemis naturels du parasite est connue sous le nom de lutte biologique. La guêpe *Aphytis* est un ennemi naturel de la cochenille, tandis que dans les zones humides, les champignons *Aschersonia* et *Fusarium*. Parfois, les champignons et les guêpes parviennent à éliminer les cochenilles de manière naturelle. Dans le cas contraire, il est possible d'introduire des guêpes dans le verger ou d'arroser les arbres avec une culture de champignons. Malheureusement, la quête de guêpes ou de champignons est souvent très compliquée. Nous souhaitons que ces méthodes soient plus accessibles à l'avenir.



Figure 21 : Cochenille (CNCC, 2014)

#### 5.4.4 Acariens

Ils causent la déformation, décoloration, nécroses et chutes des bourgeons, des fruits et des feuilles.

#### 5.4.5 Cératite (mouche méditerranéenne des fruits)

L'insecte le plus dangereux sur les agrumes est la mouche adulte de 4 à 5 mm de long (figure 23), avec un corps jaune et des taches. Pendant sa vie, la femelle peut pondre 300 à 1000 œufs. En général, les fruits attaqués ont une zone de décoloration. L'attaque s'accompagne souvent d'un murissement précoce puis de la chute des fruits.



Figure 22 : La mouche (CNCC, 2014)

#### 5.4.6 Aleurodes (mouche blanche)

Provoque l'exsudation de miellat sur les feuilles qui se couvrent de fumagine créant un écran entravant l'élaboration de la chlorophylle (la photosynthèse).

#### 5.4.7 Nématodes

Il s'agit de petits vers qui résident dans le sol et qui attaquent les racines (figure 24). Les dégâts sont considérables et se manifestent par un jaunissement des feuilles. Le combat nécessite l'utilisation de porte-greffes solides et des traitements tels que des fumigants.

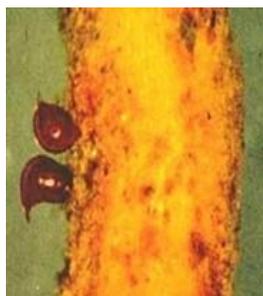


Figure 23 : Les nématodes (CNCC, 2014)

## 5.5 Maladies physiologiques

### 5.5.1. Les symptômes des carences

- **Azote** : la carence se traduit par une :
  - Une réduction de la taille de l'arbre et une teinte vert jaunâtre du feuillage.
  - Un port dressé des arbres.
  - Un mauvais développement des bourgeons et des pousses.
  - Une coulure des fleurs.
  - Une diminution de la teneur en protéines.
- **Phosphore** : la carence se manifeste sur les arbres par les symptômes suivants :
  - Feuillage en générale foncé, mat, prenant des teintes pourprées en bordures.
  - Réduction de la taille des pousses.
  - Retarde la floraison en perturbe la fécondation et la maturation des fruits.
- **Potassium** :
  - Apparition sur le feuillage des tâches qui s'étendent en prenant un aspect bronzé tandis que la base reste verte.
  - L'arbre prend un aspect desséché.
  - Obtention des petits fruits (diminution du calibre).
- **Oligo-éléments** : les carences en oligo-éléments se manifestent comme suit :
  - Des décolorations variées du feuillage.
  - Un raccourcissement des jeunes pousses.
  - Une réduction de la qualité des fruits.
  - Un abaissement du rendement.

## 6. Aspect sanitaire

### 6.1. Méthodes de lutte contre les ravageurs des agrumes

Il existe plusieurs méthodes de lutte, seules, ou combinées qui peuvent être utilisées en verger d'agrumes pour contrôler les différents bio-agresseurs.

#### 6.1.1 La lutte intégrée

La méthode la plus recommandée est la lutte intégrée (IPM), car elle permet de combiner différentes actions de lutte en mettant l'accent sur les méthodes écologiques. Elle est principalement utilisée dans le bassin méditerranéen dans les pays européens qui doivent se conformer à des directives qui recommandent de diminuer l'utilisation des pesticides.

(Vacante, 2012)

### **6.1.2 Lutte chimique**

Cette culture est très vulnérable aux invasions de parasites et de maladies à la fois abiotiques et biotiques. Au cours des dernières années, la protection phytosanitaire des agrumes a connu une évolution significative. En effet, un système de lutte intégrée a été mis en place pour remplacer la lutte chimique traditionnelle. La raison principale de cette évolution réside dans trois éléments : la résistance croissante des ravageurs aux insecticides, l'introduction régulière de nouveaux ravageurs et le souhait du consommateur d'avoir des fruits avec moins de résidus (**Ben Halima, 1994**).

### **6.1.3 Lutte biologique**

La lutte biologique repose sur l'intervention d'insectes ou d'autres organismes vivants qui sont en opposition aux insectes ravageurs des cultures. Cette méthode de lutte non polluante permet de contrôler efficacement les attaques d'un insecte ravageur spécifique, sans causer de dommages à la santé humaine ni à l'environnement. La lutte biologique est utilisée lorsque la lutte chimique raisonnée ne donne pas les résultats attendus. En réalité, l'objectif est d'élever et de multiplier en grande quantité l'insecte utile dans des serres conditionnées (connues sous le nom de centres de production), puis de laisser ces populations se disperser à travers les cultures dévastées par les insectes nuisibles (**INPV, 2012**).

***Chapitre III :***  
***Généralités sur les pucerons***

## 1. Généralités sur les pucerons

Selon **Dedryver** (2010), les pucerons qui ont une alimentation phloémienne absorbent la sève élaborée des plantes, détournant ainsi une partie des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. De plus, ils injectent souvent une salive toxique pour la plante lors de leur consommation et peuvent lui transmettre des virus responsables de maladies graves. Ainsi, en raison de leur fort pouvoir multiplicateur et de leur capacité de dispersion, ils contribuent à affaiblir les plantes de diverses manières, ce qui entraîne des pertes significatives de rendement et de quantité chez de nombreux plants cultivés.

## 2. Description morphologique des aphides

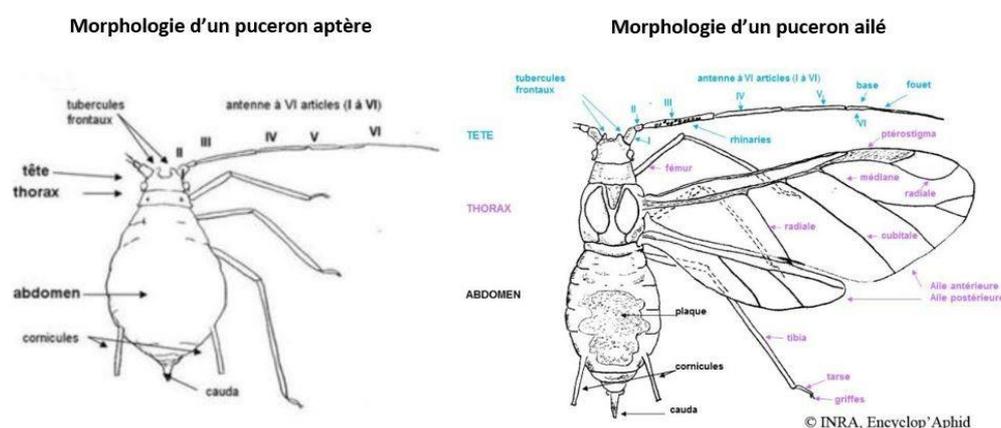
Les Aphides varient beaucoup en forme et en taille (**Loukia, 1970** cité par **Bouhadiba, 2014**) mais on peut tout de même donner quelques traits généraux selon :

- Le corps est ovulaire à coupe globulaire, les téguments sont mous et présentent des soies de forme et de longueur très variables (**Stary, 1975**).
- La tête est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées et pas chez les aptères (**Maameri, 2013**). Sur celle-ci sont insérées les antennes qui comprennent 3 à 6 articles (le plus souvent 6). Le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée et une partie terminale qui peut être plus courte que la base ou considérablement plus longue, appelée processus terminal (**Fraival, 2006**).
- Les tubercules frontaux-latéraux, ou protubérances du vertex, peuvent être utilisés pour insérer les antennes directement sur le front. Des organes sensoriels sont présents dans certains articles antennaires. Les sens primaires se trouvent à la partie distale des deux derniers articles et existent à tous les stades de toutes les formes. Cependant, les sens secondaires sont généralement situés au troisième article ainsi que les éléments suivants: Il est fréquent chez les formes ailées et les mâles aptères, mais plus rare chez les aptères virginipares.
- En général, la partie postérieure de l'abdomen présente une paire de cornicules de forme et de couleur très variées.
- A queue (ou coda), plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces utilisées pour l'épandage du miellat, est formée par le dernier segment abdominal (le dixième).

- Selon **Sorensen** (2003), les Tarses possèdent deux articles, le dernier étant équipé d'une paire de griffes.

Les pucerons ont des caractéristiques communes de l'appareil buccal des insectes, mais elles ont été spécialisées. Selon **Bouhroua** (1987), la lèvre inférieure se transforme en trompe où se trouvent deux paires de stylets : les mandibules et les maxilles. Ces derniers sont accolés sur leur longueur, formant un faisceau, et coulissent les uns par rapport aux autres en délimitant les canaux salivaires et alimentaires. Ainsi, leur système buccal est similaire à celui d'un piqueur-suceur.

Il existe des différences morphologiques significatives entre les familles, les genres et les espèces de pucerons, malgré tous ces traits communs. Les critères de différenciation, qui sont souvent plus clairs chez les ailés que chez les aptères, concernent la forme du front et des tubercules frontaux (zones d'insertion des antennes), la forme des cornicules, des stigmates abdominaux, la forme et le nombre de rhinaries (Sensoria secondaires) et la pigmentation des diverses parties du corps.



**Figure 24** : Puceron aptère et ailé (Encyclop'Aphid, 2019)

### 3. Aspect biologique

Les pucerons sont des insectes à métamorphose incomplète, également connu sous le nom d'hétérométabole. Le jeune puceron ressemble à l'adulte et traverse quatre stades de croissance successifs, dont l'un est la mue (**Rabasse, 1979**). Les pucerons se reproduisent par la parthénogenèse, une méthode de reproduction sans fécondation par les mâles. Néanmoins, les femelles parthénogénétiques sont parfois ovipares, mais le plus souvent vivipares, c'est-à-dire qu'elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de se nourrir et de se déplacer dès qu'elles sont produites (**Bouhroua, 1987**). Les femelles fécondées restent ovipares lorsqu'il y a fécondation.

Dans les régions tempérées, les pucerons effectuent généralement un cycle annuel complet ou holocycle comportant la génération amphi-sexuelle (**Leclant, 1999** cité par **Abbou, 2012**): l'œuf est pondu à l'automne et constitue pour l'espèce une forme de survie durant les conditions climatiques défavorables de l'hiver. Au printemps cet œuf engendre une fondatrice aptère généralement, c'est une femelle parthénogénétique très féconde qui va donner des fondatrices aptères et parfois ailées (**Bouhroua, 1987**). À partir de là, on peut avoir deux évolutions différentes selon les espèces :

- Certaines plantes, appelées monoéciques, feront tout leur cycle sur des plantes de la même espèce ou apparentées.

Les sexupares, qui sont des insectes à reproduction parthénogénétique de la dernière génération, se reproduisent à l'automne et donnent naissance à des mâles (sexupares andropares), des femelles ovipares (sexupares gynopares) ou aux deux (sexupares amphotères) (**Bouhroua, 1987**). La femelle ovipare pond ses œufs sur les parties lignifiées de la plante hôte après avoir fécondé (**Laamari et al., 2011**).

- D'autres types d'espèces, qui ne peuvent pas se reproduire sur la plante où elles sont nées ou sur des plantes voisines ou apparentées, migrent vers des plantes différentes, appelées plantes dioéciques.

Les insectes virginogènes, également appelés aptères ou ailés, proviennent des générations qui se développent sur ces nouvelles plantes hôtes (**Laamari et al., 2011**).

Les virginipares sont des formes de reproduction parthénogénétique. Pour que les mâles et les femelles ovipares puissent engendrer des œufs d'hiver, ils s'envolent ensuite vers l'hôte primaire.

En climat tempéré, la plupart des pucerons présentent un cycle complet ou holocycle, Sous d'autres climats, si les conditions le permettent, la phase de reproduction sexuée ne se fera pas (**Laamari et al., 2011**), il y aura une reproduction parthénogénétique exclusive : ces espèces sont dites anholocycliques. Dans ce cas-là, les pullulations des pucerons sont plus précoces, ceci dû aux hivers doux (**Bouhadiba, 2014**).

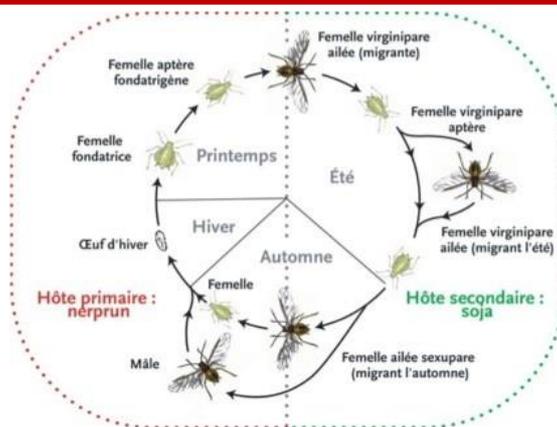


Figure 25 : Cycle biologique des pucerons (Alain, 2006)

#### 4. L'espèce *Aphis spiraecol*

Il est également appelé puceron de la spirée ou puceron vert de l'oranger. En 1975, il a été rebaptisé *Aphis citricola* après avoir été initialement nommé *Aphis spiraecola* Patch. Originnaire de l'extrême Orient, cette espèce a été introduite en Amérique du nord en 1907, en Australie en 1926, en Nouvelle Zélande en 1931, dans la région méditerranéenne vers 1939 et en Afrique en 1961 (Backman et Eastop, 1984). Il fait partie de l'ordre des homoptères et de la famille des Aphididea.

Les précipitations, qui détruisent une grande partie des pucerons ailés, sont un facteur climatique qui affecte la répartition de cette espèce. L'espérance de vie des pucerons diminue également avec la température entre des limites précises. En effet, les températures extrêmes peuvent être un facteur de survie crucial : cela est clair à 30 °C, une température à laquelle aucun puceron ne pond plus de larve viable et où sa propre survie est minimale. De plus, le froid est un facteur limitant. Tous ces facteurs diffèrent considérablement d'une espèce à une autre, d'une souche à une autre et d'une plante hôte. Il est possible de conclure qu'à une température diurne de 20 °C, la quantité de pucerons est susceptible de doubler en moyenne tous les trois jours, si toutes les conditions de multiplication idéales sont réunies.



**Figure 26 :** *Aphis Spiraecola* (INRA, 1914)

#### 4.1 Description morphologique

Les aptères virginiparas d'environ 2 mm de longueur ont la même couleur que les jeunes feuilles d'agrumes, sauf les pattes et les cornicules foncées, de teinte brunâtre à brun noir. À l'exception de l'abdomen, qui reste généralement verdâtre, les virginipares ailées sont de couleur brun foncé à noir. Le nombre de soies caudales et la longueur des soies fémorales peuvent être vérifiés pour confirmer la différence, car les cornicules sombres et les antennes courtes permettent une distinction assez précise.

#### 4.2 Classification systématique

D'après Jourdan et Mille, 2006 in Bouabida, 2014, le puceron vert des agrumes est classé comme suit : **Règne :** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda **Sous-embranchement :** Hexapoda **Classe :** Insecta

**Ordre :** Hemiptera

**Famille :** Aphididae

**Sous famille :** Aphidinae **Genre :** Aphis

**Espèce :** *Aphis spiraecola* (Patch, 1914).

#### 4.3 Cycle biologique

*Aphis spiraecola* a été considérée comme une espèce holocyclique et anholocyclique, avec la plus grande fréquence dans plusieurs régions du monde (Lykouressis, 1990 in Bouhadiba, 2014).

#### 4.4 Dégâts causés par *Aphis spiraecola*

Les feuilles de citron s'enroulent : Les pucerons sont phytophages, ce qui signifie qu'ils ne se nourrissent que des plantes. Les stylets permettent aux pucerons de pénétrer dans les plantes et de pénétrer dans les faisceaux criblovasculaires du Phloèmes, transporteurs complexes de sève.

Les stylets voyagent généralement entre les cellules, parfois même entre les cellules (Loukia, 1970).

La plante subit plusieurs effets de ce mode de nutrition :

- Le végétal réagit fréquemment à la salive qui est secrétée lors de l'insertion des stylets. De plus, les particules virales peuvent être transmises par l'émission de salive ou le simple fait d'enfoncer les stylets dans la plante.
- Les pucerons se nourrissent de la sève élaborée, tandis que les produits non assimilés ou transformés par les insectes (principalement les hydrates de carbone) constituent le miellat qui est rejeté sur la plante. On peut donc définir 2 types de dégâts :
  - Des dégâts directs : La salive émise lors des piqûres d'alimentation provoque diverses réactions en plus des dommages directs liés aux ponctions de sève qui entraînent un affaiblissement général de l'arbre, changement de couleur, feuilles enroulées, crispation du feuillage, dessèchement des fleurs, induction de chancres ou de galles.
  - Dommages indirects : causés par le miellat, qui peut entraver l'activité photosynthétique de la plante, soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en permettant le développement de champignons saprophytes comme les fumagines de couleur (Maameri, 2013). Le phénomène le plus remarquable est l'enroulement des feuilles de citron, qui est accentué par la densité de population du puceron élevé (Comeau, 1992 in Abbou, 2012). Dès le printemps, on remarque une croissance tendre du feuillage, un gaufrage des jeunes feuilles et une réduction de l'allongement du rameau.

Enfin, il existe de nombreuses maladies virales susceptibles d'être transmises par les pucerons. Les agrumiculteurs craignent particulièrement une virose appelée Tristeza pour les agrumes. Cependant, comme l'ont souligné **Bover et Cassin** (1968) in (**Bouhadiba, 2014**), l'utilisation de portes greffes tolérantes ne devrait pas avoir de conséquences graves.

## **5. Lutte contre les pucerons**

Des chercheurs ont mis en évidence des méthodes de lutte contre ces ravageurs redoutables afin de remédier aux effets néfastes des aphides dans l'agriculture. Ces programmes visent à réduire, gérer et contrôler les populations de ces insectes considérés comme les plus dangereux, principalement en raison de leur capacité à propager des maladies virales. L'homme est de la responsabilité de l'homme de maximiser sa production alimentaire. Pour ce faire, il doit éliminer ou réduire suffisamment l'abondance des espèces compétitives, d'où le concept de lutte intégrée.

L'OILB a défini la lutte intégrée en 1978 comme un processus de lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes qui répondent aux exigences économiques,

écologiques et toxicologiques, en accordant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance. Les méthodes culturelles, chimiques et biologiques font partie de ces méthodes de lutte.

### **5.1 Les moyens de lutte culturale**

La taille non seulement renforce la plante et augmente sa résistance aux maladies, mais elle permet également l'élimination de certains foyers d'hivernation de ces ravageurs présents sur les rameaux, les branches et les feuilles. De plus, cela empêche la formation d'un microclimat favorable à la prolifération des pucerons.

Selon **Nicolas (1992)**, le brossage des troncs et l'application d'un badigeon à l'argile pendant l'hiver réduisent considérablement les risques d'attaques massives. Mais la pose d'un manchon contenant un répulsif sur le tronc des arbres fournira une bonne protection pour empêcher les fourmis de propager rapidement leurs colonies.

Les labours augmentent également la résistance de la plante. En effet, une mauvaise aération des racines augmente la teneur en acides aminés des feuilles, ce qui favorise la prolifération des parasites, notamment les pucerons (**Chaboussou, 1975**). L'élimination de la végétation spontanée est cruciale dans la lutte contre les aphides car les pucerons colonisent la végétation spontanée dans les zones non labourées ou non binées. Les pucerons ailés qui s'installent dans les cultures réceptives proviennent souvent de ces plantes sauvages.

### **5.2 Les moyens de lutte chimique**

Chaque année, des traitements aphicides sont utilisés pour lutter contre plusieurs pucerons dans le but de maintenir un état sanitaire des vergers compatible avec les exigences économiques. Les traitements aphicides doivent cibler les colonies existantes et les mouiller efficacement. Pour atteindre les pucerons qui sont protégés par les feuilles enroulées, il est nécessaire d'utiliser un produit systémique ou de pulvériser une fine pulvérisation (brouillard) qui pénètre profondément dans la végétation.

Un autre facteur à garder à l'esprit est le choix de la matière active. Bien que les produits spécifiques soient d'un coût plus élevé, ils ont l'avantage d'économiser de l'argent sur les auxiliaires. De même, les doses doivent être étudiées avec soin afin d'éviter de tuer les ennemis naturels. Le Karaté à 10 l/ha, le Lannate à 9l/ha et le Cytrol Alpha à 7l/ha sont les produits les plus couramment utilisés. Le printemps est le moment idéal pour utiliser des insecticides contre les pucerons car les fondatrices produisent plusieurs générations de femelles parthénogénétiques appelées fondatrigènes. Il faut intervenir dès le début des premières colonies. Le nombre d'applications varie avec les années, les régions et, surtout, l'intensité des attaques.

### 5.3 Lutte prophylactique

Les pullulations de pucerons peuvent être limitées à l'aide de diverses méthodes, telles que :

- Utilisez des variétés qui sont résistantes. Aujourd'hui, cette méthode est considérée comme l'un des éléments clés de la stratégie de lutte contre ces insectes.
- L'utilisation de plantes libres de toute infestation.
- L'application modérée de la fertilisation azotée car son utilisation excessive rend les plantes plus sensibles aux pucerons.
- La lutte contre les mauvaises herbes, qui peuvent abriter les pucerons.
- Installer des pièges jaunes englués pour surveiller les populations de puceron.
- La pratique d'une rotation des cultures appropriée avec enfouissement ou destruction des résidus de cultures après récoltes.
- Le semis relais permet d'installer les auxiliaires plus tôt dans la culture.
- Favoriser une irrigation adéquate, car un excès d'eau favorise le développement des populations de pucerons.

### 5.4 Lutte physique

Le choc thermique est un moyen efficace de combattre les pucerons. Des recherches ont testé la fécondité des pucerons à 30°C, et il a été constaté que la fécondité s'annule à cette température. D'autres expériences menées par **Rabasse (1976)**, en culture protégée, ont montré que le choc thermique provoqué par la fermeture des ouvrants, qui monte la température de 23°C à 34 °C en 2 heures et à 45°C pendant 3 heures, entraîne la mort de 90 % des populations aphidiennes.

### 5.5 La lutte biologique

La lutte biologique a été définie en 1971 par l'organisation internationale de lutte biologique (OILB) comme "l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou les dommages causés par des organismes nuisibles". Ce concept fait également référence à toute modification de l'environnement dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre qui conduisent au maintien des organismes nuisibles en dessous d'un seuil économique. La grande variété des ressources biologiques qui sont normalement exploitables en lutte biologique entraîne une variété de techniques utilisables.

Il existe de nombreux auxiliaires qui se nourrissent des pucerons (**Cherfaoui, 2010**). Les insectes, les arachnides et les champignons entomopathogènes sont distincts. Le mode d'alimentation des insectes les divise en deux catégories : les prédateurs et les parasitoïdes.

Selon **Dajoz** (1980), les insectes, comme les parasites et les prédateurs, peuvent jouer un rôle important dans la gestion des espèces nuisibles. Les prédateurs de pucerons sont des insectes polyphages qui se nourrissent de nectar ou de pollen, ainsi que de pucerons et parfois d'autres ravageurs.

## 6. Insectes prédateurs

### 6.1 Coléoptères prédateurs

À l'exception des staphylins, les coléoptères ont des ailes antérieures (élytres) épaisses et cornées qui couvrent tout l'abdomen. Les pièces buccales se brisent. Les quatre états bien distincts des coléoptères sont l'œuf, larve, nymphe et adulte. Les larves et les adultes ont généralement le même type de nourriture, bien qu'ils soient très différents. Les familles de coléoptères suivantes possèdent des prédateurs de puceron :

- ✍ **Les coccinelles** : ont une forme circulaire, sont très bombées et de petites tailles. Les couleurs sont vives et les dessins sont très variables, et 65 % sont aphidiphages. Ils ne se développent généralement qu'une génération par an et le stade larvaire dure un mois. La coccinelle ne s'adapte pas à une forte attaque de pucerons. Cependant, elle arrive tôt au printemps et est donc capable de lutter efficacement contre les premières pullulations de pucerons (**Iperti, 1985 in Abbou, 2012**).
- ✍ **Les carabiques** : Ce sont des prédateurs d'insectes qui vivent généralement au sol. Les carnivores sont les larves et les adultes qui vivent dans le sol. Ils ne sont pas actifs la nuit. Les pattes longues et robustes sont idéales pour la course. Les adultes chassent des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons.
- ✍ **Les staphylins** : Ils ont une grande variété de tailles. L'abdomen est limité par les élytres. En position de défense, l'abdomen se relève en forme de cercle.
- ✍ **Les cantharides** : Des élytres mous sont présents. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères et se nourrissent des pucerons et d'autres ravageurs des cultures. Le sol abrite des larves prédatrices (**Rougon, 2004, cité par Abbou, 2012**).
- ✂ **Les Diptères** : On les appelle généralement mouches. Leur particularité réside dans leur seule paire d'ailes antérieures, tandis que les postérieures sont transformées en balancier (Haltères) (**Bouhroua, 1987**). L'appareil buccal peut être sous forme de trompe ou de piqueur. Les diptères subissent une transformation complète : œuf, larve, puppe, adulte. Les adultes ont des fleurs. Selon **Abbou (2012)**, les apodes sont des larves de diptères entomophages. Selon **Maameri (2013)**, ces larves utilisent leurs stylets ou crochets buccaux pour manger leurs proies. Les deux familles prédatrices de pucerons sont :

- ✎ **Les syrphes** : Les adultes mangent du pollen et du nectar. Souvent, ils ont des rayures jaunes et noires qui ressemblent à des petites guêpes sur leur corps. Les syrphes sont facilement identifiables en raison de leur vol stationnaire et rapide. Il y a environ 500 pucerons qui se reproduisent en 10 à 12 jours. Le bagage enzymatique de la larve est particulièrement riche, ce qui lui permet d'affronter de nombreuses espèces de pucerons.
- ✎ **Les cécidomyies** : Les adultes de ces espèces consomment du pollen. Ils ont un corps mince. Selon **Abbou (2012)**, ces petites mouches mesurent 2,5 mm. En Été et à l'Automne, la larve est efficace. Elles sont rouges et difficiles à distinguer. Il se développe en 3 à 6 jours. Une larve d'Aphidoletes peut manger de 7 à 20 pucerons par jour.
- ✎ **Les Névroptères** : Ces insectes se distinguent par deux paires d'ailes qui sont disposées en toit au repos et ont de nombreuses nervures. Ils ont subi une transformation complète. Les Chrysopes et les Hémerobes sont des familles dont les larves sont consommées par les pucerons. Sur 15 à 20 jours, une larve peut manger 500 pucerons. Les adultes sont floricoles.
- ✎ **Les chrysopes** : La chrysope verte commune, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), est l'espèce la plus courante. Elle est considérée comme la plus efficace et est largement utilisée en Europe et en Amérique du nord pour la lutte biologique.
- ✎ **Les hémérobés** : Ces insectes ont une morphologie similaire à celle des chrysopes, mais ils sont plus petits, trapus et ont un corps légèrement velu et roux à brun. Ils vivent dans une variété de biotopes qui varient en fonction de l'espèce : bois, sousbois, arbres à feuilles caduques ou permanentes. Les œufs des hémérobés, qui sont ovales et beiges, ne sont pas attachés au support par un pédoncule comme les chrysopes, mais sont directement déposés sur le végétal. Les crochets des larves sont plus courts et moins incurvés. Les adultes et les larves sont très voraces et mangent principalement des pucerons et des acariens. Une à trois générations se produisent chaque année (**Lacroix, 1912 in Abbou, 2012**).
- ✂ **Les Hétéroptères** : Selon **Ronzon (2006)**, les punaises sont le nom commun des insectes de cet ordre. Ces insectes ont une grande variété de formes et de tailles. Un rostre articulé forme leurs pièces buccales. Les ailes antérieures (hémélytres) sont sclérifiées de manière hétérogène, tandis que les ailes postérieures sont membraneuses. Les hétéroptères évoluent progressivement de la larve à l'adulte, sans aucune métamorphose au sens strict. Certaines familles sont des phytophages, tandis que

d'autres sont des carnivores. Les Anthocorides (Orius ou Anthocoris), les Mirides et les Nabides sont des familles auxiliaires contre le puceron.

## 6.2 Arachnides prédateurs

Les Arachnides, prédateurs de pucerons sont :

- **Les acariens** : Les acariens sont des ravageurs courants, mais quelques-uns sont des prédateurs de pucerons, d'acariens et de thrips. Les prédateurs appartiennent à la famille Phytoseiidae, également connue sous le nom de "Typhlodrome". Leur corps est en forme de poire et leur coloration varie de blanc jaunâtre à rougeâtre en fonction de l'espèce ou de ce qu'ils mangent. Les acariens sont fréquemment utilisés dans la lutte biologique. Les espèces les plus courantes sont *Neoseiulus californicus* et *Phytoseiulus persimilis* (Ronzon, 2006).
- **Les araignées** : Elles sont toutes polyphages, prédatrices. Les araignées présentes sur les cultures ont des dimensions allant de 1 à 15 mm. Elles cherchent ou créent un piège. Il n'y a pas suffisamment de connaissances sur leur fonction précise dans l'élimination des ravageurs.
- **Les opilions** : Ils ont une apparence similaire aux araignées. Le corps n'est pas séparé (la frontière entre la carapace et l'abdomen est difficile à trouver). Ils ne fabriquent pas de soie. Ils vivent généralement en nuit et se nourrissent de petits animaux vivants ou morts.

## 6.3 Les parasitoïdes

Les parasitoïdes se distinguent des prédateurs en présentant une phase libre : les stades œuf, larve et nymphe sont parasites tandis que l'adulte est libre. Les insectes de cette famille font partie des diptères, y compris les familles Bombylidae et Tachinidae, ainsi que des hyménoptères tels qu'Ichneumonidae, Chalcidoidea, Serphoidea et Braconidae. Ils peuvent être ectoparasites (à l'extérieur de leur hôte) ou endoparasites. Ils peuvent être grégaires (plusieurs personnes par hôte) ou solitaires (un seul hôte).

### 6.3.1 Les Hyménoptères

Près de 200 000 espèces décrites appartiennent au groupe très vaste et diversifié des hyménoptères parasitoïdes (Hassel et Waage, 1984). Puisque ces parasitoïdes représentent 82 % des auxiliaires utilisés avec succès dans la lutte biologique, ils jouent un rôle crucial dans la régulation des populations de leurs hôtes. Les hyménoptères ont quatre ailes transparentes. Selon Maameri (2013), leurs pièces buccales sont de type broyeur ou lécheur, avec des mandibules toujours fonctionnelles. Ils ont subi une transformation complète. De nombreuses espèces sont carnivores à l'état larvaire et nectarivores à l'état adulte.

Le sous-ordre des Apocrites comprend les familles Ichneumonidae, Brachonidae et Aphelinidae qui parasitent les pucerons. Ce sont des endoparasitoïdes, ces hyménoptères pondent un œuf dans le corps du puceron et la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose se produit dans la momie du puceron, puis l'adulte s'écloso en y forant un trou. Ils sont extrêmement spécifiques car ils sont inféodés à un ou plusieurs hôtes.

Une efficacité potentielle intéressante en lutte biologique est offerte par une spécificité d'hôte élevée, une durée de génération courte, une synchronisation phénologique bonne avec son hôte et enfin une fertilité élevée.

### **6.3.2 Les diptères**

Principalement les mouches parasitoïdes tachynaires. De nombreuses espèces ont différents modes de ponte. Les œufs sont déposés sur le feuillage et ingérés par l'hôte chez certains. Chez d'autres, la ponte se produit directement à l'intérieur de l'hôte. Enfin, des espèces pondent sur le sol. Les larves de très petite taille devront trouver une hôte (une chenille, par exemple) par elles-mêmes après leur éclosion.

## **7. Les champignons entomopathogènes**

Les mycoses sont des maladies causées par de nombreuses espèces de champignons microscopiques. Selon **Abbou (2012)**, ces champignons appartiennent principalement au genre Entomophthora et au genre Beauveria. Cette dernière cible principalement les pucerons. Leurs effets sont influencés par le climat et le milieu de culture : à une température adéquate (plus de 20 °C) et une humidité relative (plus de 85 %). Les entomophthorales peuvent provoquer une épizootie réelle. Le champignon émet une toxine qui tue le puceron. La momie est formée lorsque la cavité du puceron est envahie par le mycélium. Les spores du champignon fructifient et contaminent toute la colonie. La sporulation et la projection des conidies infectent d'autres personnes. Dans ce cas, l'hygrométrie doit être élevée. Selon **Sauvion (1995)**, les entomophthorales peuvent être utilisés comme des biopesticides pour combattre les pucerons.

*2<sup>ème</sup> partie :*  
*Etude expérimentale*

## Deuxième partie : Etude expérimentale

### 1. Objectif de l'étude

L'objectif essentiel de cette étude est l'inventaire de la faune entomophage pour son utilité en lutte biologique comme les syrphes et leurs impact sur la production et le bon développement de ces cultures par la présence des bioagresseurs dont les pucerons.

### 2. Présentation de la zone d'étude

#### 2.1. Site d'étude

##### 2.1.1. Situation géographique

Le site est enclavé au nord par la daïra de Mostaganem, au sud par la daïra de Hassi Mameche, à l'ouest par la commune de Mazagran et à l'est par Douar Djedid. Cette ferme Expérimentale s'étend sur une superficie globale de 76,14 ha avec une superficie agricole utile (SAU) de l'ordre de 66,99 ha.



**Figure 27 :** Localisation géographique de la ferme expérimentale de Mazagran (Google Earth, 2022)

##### 2.1.2. Caractéristiques pédoclimatiques

**Climat:** D'un point de vue climatique, la région se caractérise par un climat semi-aride avec une hygrométrie comprise entre 60 à 70% pendant la période estivale. Les températures moyennes oscillent entre 25 et 30°C en été et de 6 à 13°C pendant l'hiver.

**Sol:** les caractéristiques du sol du site expérimental sont comme suite :

- Une proportion de sable élevé avec une texture limono-sableuse,
- Un pH alcalin voisin de 8.5,
- Une teneur plus ou moins faible en matière organique, - Pas de problème de salinité.

Nous distinguons deux grandes zones dans la wilaya : le plateau de Mostaganem dont la superficie est de 88 629 ha (62%) avec un sol à texture généralement sablonneuse, et la plaine du Dahra, dont la superficie est de l'ordre de 55 060 ha (38%), avec des sols à texture généralement Argilo-limoneuse et dont la pente varie de 3 à 25% .

## **2.2. Matériel et Méthode**

### **2.2.1. Matériel végétal**

L'étude est réalisée sur deux parcelles distinctes : les agrumes (Citronnier et l'orangier) et les mauvaises herbes situées dans les deux vergers.

### **2.2.2. Matériel animal**

L'échantillonnage consiste à la collecte des individus entomophages.

### **2.2.3. Méthode d'échantillonnage**

L'inventaire a nécessité l'installation de 50 pièges confectionnés par nous même, et installés au milieu de chaque arbre sélectionné. Nous avons eu recours à des bouteilles d'eau Minérales vides que nous avons coupée et entourée par l'extérieur de film adhésif jaune afin de leur donner la couleur souhaitée qui est le jaune. Les pièges ont été rempli à moitié d'eau dans lesquels on a ajouté quelques gouttes de savon liquide dans le but de diminuer la tension superficielle de l'eau et d'agir sur les téguments des insectes ce qui va provoquer la noyade des insectes piégés.



**Figure 29** : Sites d'étude (Mauvaises herbes et Agrumes) (Originale, 2024)

#### 2.2.4. Avantages

Les pièges colorés sont d'une grande efficacité, leur emploi permet de recenser avec beaucoup de finesse la faune d'un endroit précis. La couleur Préférentielle pour la plupart des insectes est celle du citron (jaune). En plus de cela, ils sont peu couteux et ne nécessite aucune source d'énergie, comme ils permettent une collecte facile tout en gardant les spécimens récoltés en parfait état.

#### 2.2.5. Inconvénients

Les pièges jaunes présentent une double attractivité de par leur teinte et la présence de l'eau. Ce qui réduit la sélectivité dans le milieu d'étude empêchant la représentativité de l'échantillon de la faune étudiée. **2.2.6. Echantillonnage in vitro**

Les échantillons de la faune capturée sont ramenés au laboratoire. Un dénombrement et un tirage de spécimens sous une loupe binoculaire est nécessaire. Chaque individu est placé dans un Tube Eppendorf de 1,5 ml étiqueté rempli d'alcool 70% à moitié, où est mentionnée la date de Prélèvement et l'espèce végétale sur laquelle à été trouvé. L'identification des espèces a été Réalisée sous une loupe binoculaire au laboratoire et à l'aide des clés d'indentifications.

**Figure 30** : Matériels utilisés au niveau du laboratoire

### 2.3. Observation et identification des insectes

L'identification des espèces a été réalisée sous une loupe binoculaire au laboratoire et à l'aide des clés d'indentifications.

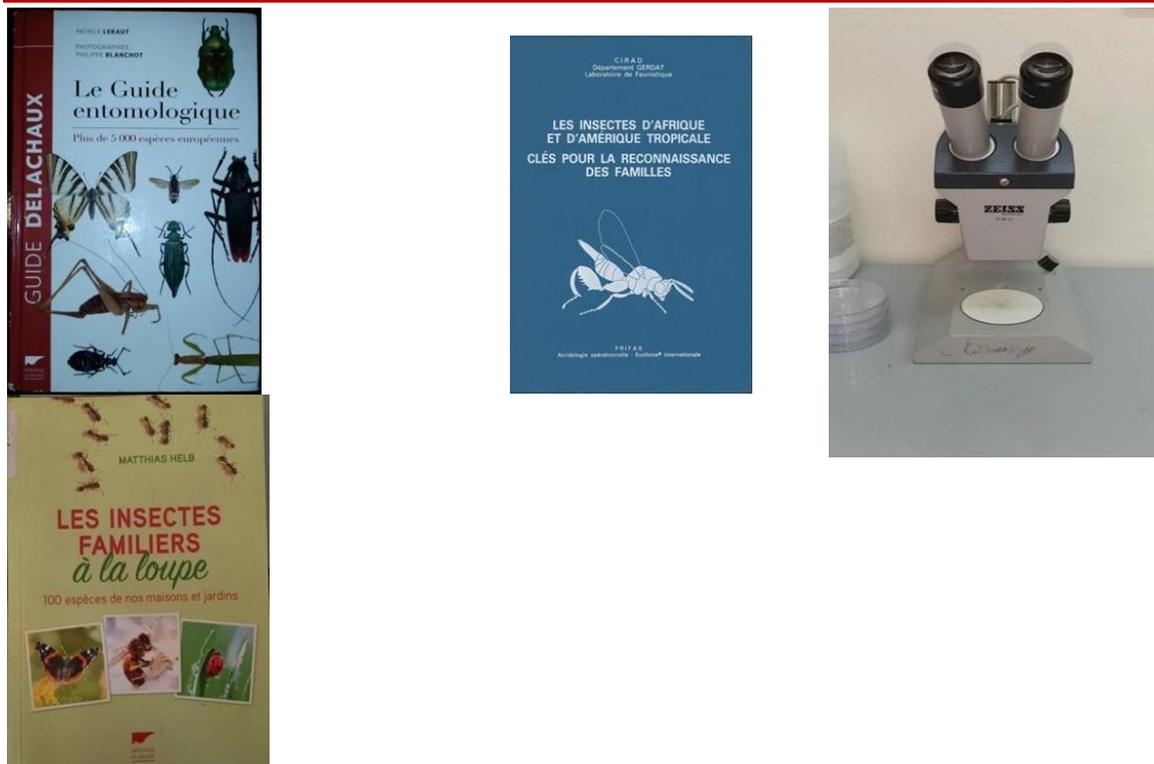


Figure 31 : Matériels d'identification

***Chapitre II :***  
***Résultats et***  
***Discussion***

## 1. Caractéristique botanique

### 1.1. Les adventices

Elles portent dans leur majorité deux plantes vertes :

*Withania frutescens* famille des solanacées

*Ortica membranacea* famille des urticacées

Aussi, l'existence des graminées (Chiendent), et le *Casuarina* utilisée comme brise vent.

### 1.2. Les agrumes

Le verger agrumicole est constitué des variétés suivantes : Thomson, Clémentine, Washington, bigaradier et citronnier. La flore de la strate herbacée des vergers d'agrumes se compose de la famille botanique des Poaceae et Urticaceae. Les ravageurs accompagnants les agrumes sont représentés par les pucerons, cochenilles, psylles, mineuse, acariens.

### 1.3. Inventaire

Nous avons pu déterminer différentes familles et espèces appartenant à un grand nombre de taxon entomologique. Parmi les espèces répertoriées, nous avons identifié six ordres avec plusieurs familles, genres et espèces dans les trois sites d'étude. L'identification réalisée sur les individus adultes à l'aide des clés d'identification spécialisées pour certaines espèces a permis la reconnaissance de l'espèce, pour d'autres par manque de clés, elles sont restées incomplètes, nous avons pu identifier la famille et l'ordre. A chaque échantillonnage, les dénombrements et l'identification des espèces nous ont renseigné sur la répartition temporelle, les fréquences et les abondances de l'espèce.

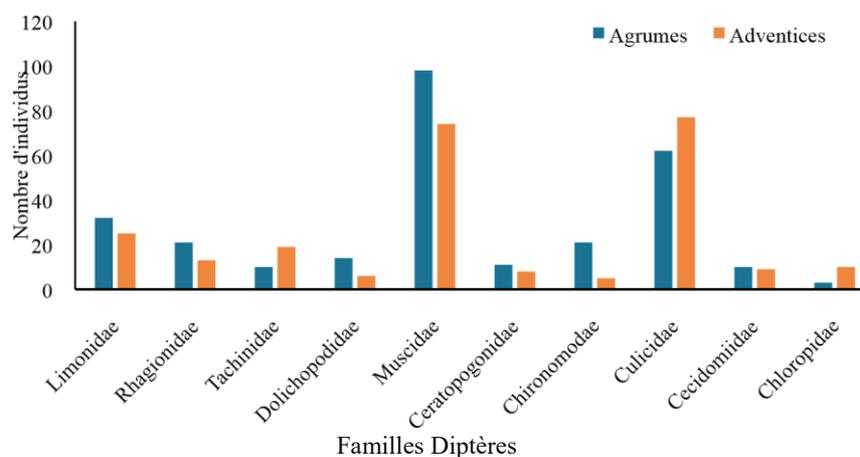
**Tableau 1** : Ordre et familles de la faune dans les deux champs étudiés

Ordre	Famille	Agrumes	Adventices
<b>Diptères</b>	Limonidae	32	25
	Rhagionidae	21	13
	Tachinidae	10	19
	Dolichopodidae	14	06
	Muscidae	98	74
	Ceratopogonidae	11	08
	Chironomidae	21	05
	Culicidae	62	77
	Cecidomiidae	10	09
	Chloropidae	03	10
<b>Lépidoptères</b>	Praydidae	4	8
	Ypnomeutidae	3	0

<b>Coléoptères</b>	Ptinidae	51	29
	Anobiidae	10	00
	Chrysomelidae	50	26
	Melyridae	18	01
	Scarabaeidae	15	00
	Coccineilidae	24	13
<b>Neuroptères</b>	Chrysopidae	2	1
	Coneiopterigidae.	4	3
<b>Hyménoptères</b>	Formicidae	44	20
	Eulophidae	10	15
	Apidae	71	47
<b>Hémiptères</b>	Aphididae Diaspididae	77	61
		8	9

L'inventaire dans les deux sites choisis le champs des agrumes et le champs des adventices a donné plusieurs familles d'espèces d'insectes réparties sur plusieurs ordres (Diptères, Lépidoptères, Coléoptères, Neuroptères et Hyménoptères et Hémiptères). **1.3.1**

### Ordre des Diptères



**Figure 32 :** Répartition des familles d'insectes appartenant à l'ordre des diptères entre les agrumes et les adventices

Nos résultats ont indiqué que les deux familles Muscidae et Culicidae ont été dominantes est dans les agrumes et les adventices avec respectivement (98 et 74) et 62 et 77). En revanche, nous avons relevé des familles avec de faibles pourcentages comme les Limonidae, Rhagionidae, Tachinidae, Dolichopodidae, cecidomyiidae et Chloropidae (Figure

1).

1.3.2. Lépidoptères

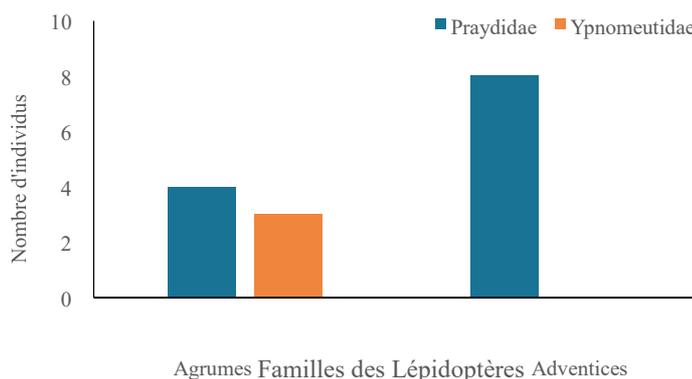


Figure 33 : Répartition des familles d'espèces d'insectes appartenant à l'ordre des lépidoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices

La présence de l'ordre de lépidoptères avec deux familles Praydidae et Ypnomeutidae avec un nombre de (4 et 8) et (3 et 0) respectivement chez les agrumes et les adventices (Figure 2). La familles des Praydidae a été présente en grand nombre dans le champs des adventices, par contre aucune famille des Ypnomeutidae dans le même site. **1.3.4 Ordre des Coléoptères**

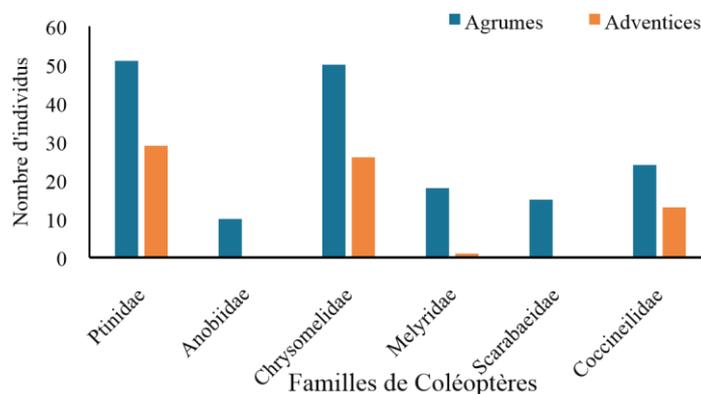
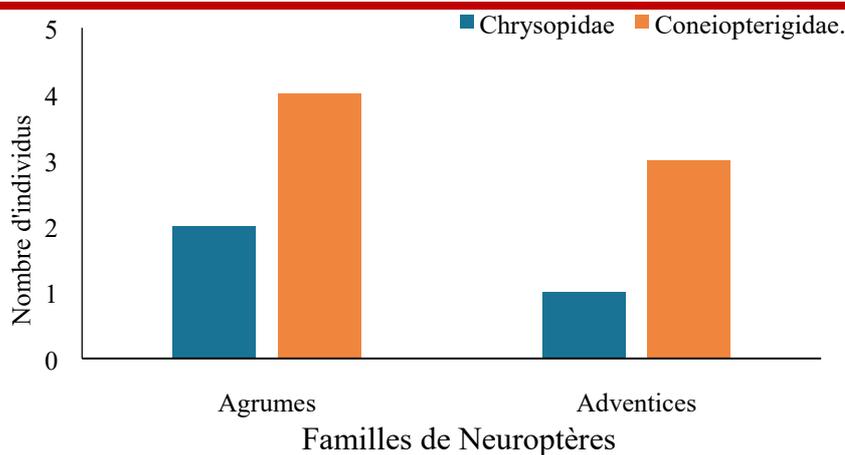


Figure 34 : Répartition des familles d'espèces d'insectes appartenant à l'ordre des coléoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices

Les observations effectuées dans les deux sites (agrumes et adventices) ont donné un ordre de coléoptère réparti entre les champs d'agrumes et le champs d'adventices avec les familles de ptinidae (51 et 29), de Chrysomelidae (50 et 26) et de Coccinellidae (24 et 13). Cependant, trois familles Anobiidae, Melyridae et Scarabidae ont été présente que dans le champs d'adventices (Figure 3). **1.3.5 Ordre des Neuroptères**

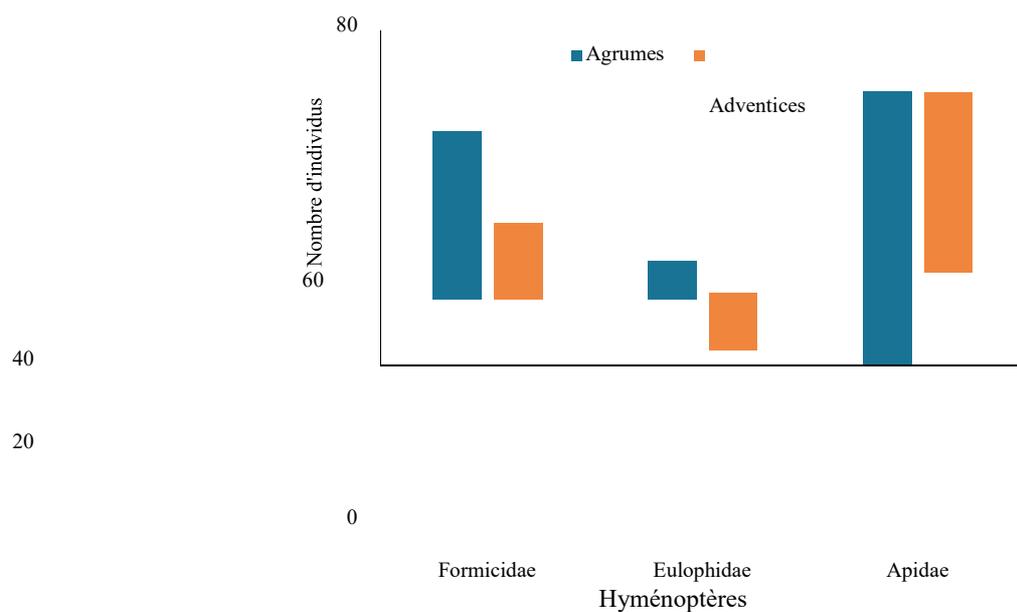


**Figure 35 :** Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des neuroptères dans les deux champs d'agrumes et adventices

La figure 4 a exprimé la présence de deux familles d'espèces comme Chrysopidae avec (2 et 1) et Coneiopterigidae (4 et 3) respectivement dans les agrumes et adventices. Les résultats obtenus ont montré que la famille des Coneiopterigidae a été présente en nombre important dans les deux champs d'investigation, mais le champs des agrumes reste supérieure.

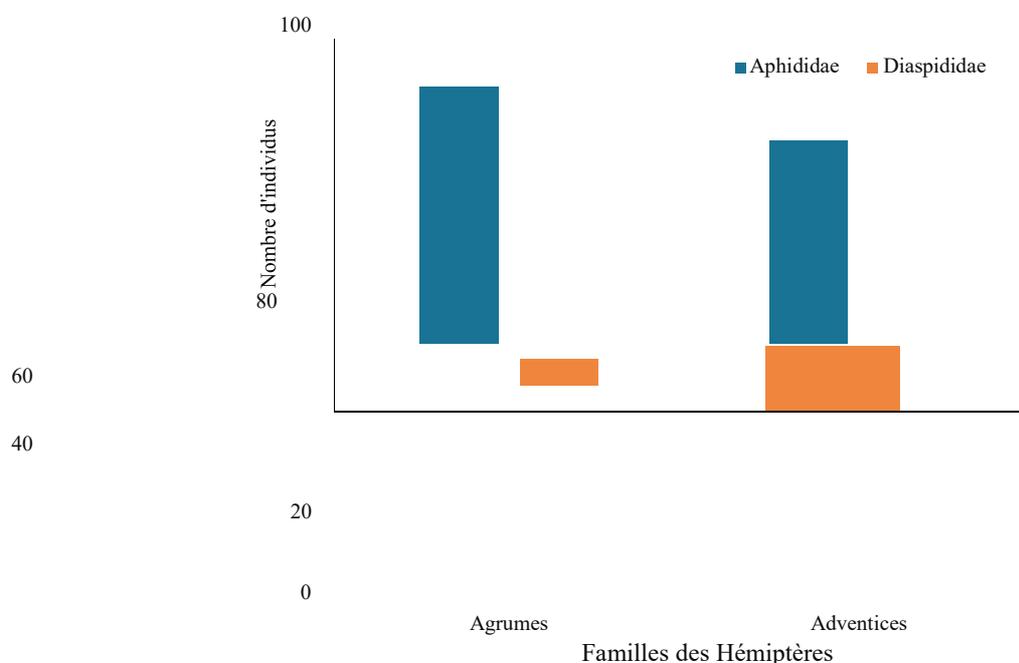
### 1.3.6 Ordre des hyménoptères

La figure 5 a exprimé un inventaire de trois familles d'insectes dans les deux champs (agrumes et adventices). La présence des familles d'insectes a été dans l'ordre décroissant comme suit Apidae, Formicidae et Eulophidae avec (71, 47), (44, 20) et (10, 15) respectivement dans les agrumes et adventices.



**Figure 36 :** Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des hyménoptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices

### 1.3.7 Ordre des Hémiptères

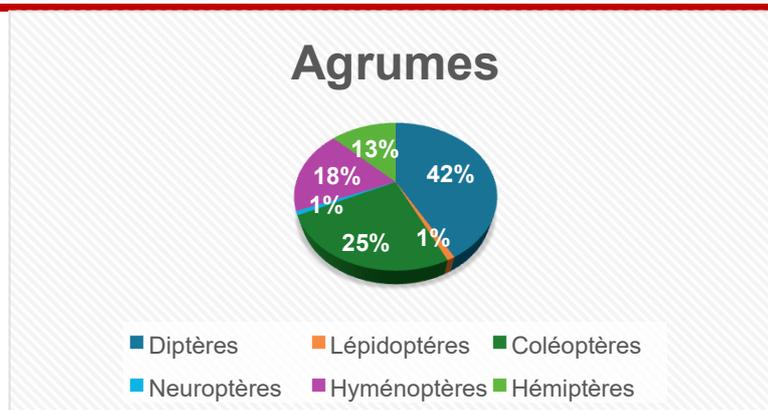


**Figure 37 :** Répartition des familles d'espèces appartenant à l'ordre des hémiptères dans les deux champs d'agrumes et d'adventices

Le recensement de l'ordre des hémiptères a donné deux familles d'insectes les Aphididae et les Diaspididae avec un nombre des (77 et 8) dans les agrumes et (61 et 9) dans les adventices.

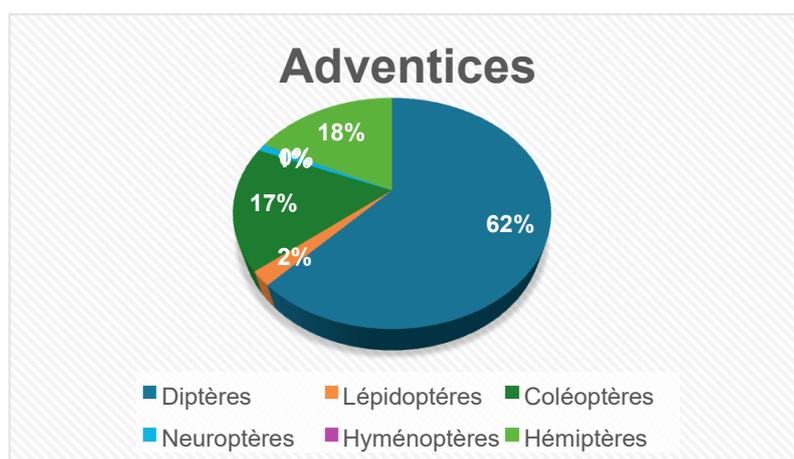
## 2. Faune du site des agrumes

Le champs d'agrumes semble plus envahi par les insectes appartenant à l'ordre des Diptères avec 282 individus, puis viennent les coléptères avec 168 individus, les hyménoptères avec 125 individus, suivis des Hémiptères avec 85 individus et enfin, les lépidoptères et les neuroptères respectivement avec 7 et 6 individus (Figure 7).



**Figure 38** : Nombre d'individus d'insectes selon l'ordre d'appartenance (agrumes)

### 3. Faune du site des adventices



**Figure 39** : Nombre d'individus d'insectes selon l'ordre d'appartenance (adventices)

Comme précédemment, les insectes capturés sous serre appartiennent à l'ordre des Diptères se positionne en 1er avec un nombre d'individus de 246, suivi des Hémiptères avec 70 individus. Les coléoptères s'installent en 3<sup>ème</sup> position avec un total récolté de 69 individus. Cependant, les ordres Lépidoptères, les Neuroptères et les Hémynoptères ont enregistré respectivement 8, 4 et 0 individu (Figure 8).

### 4. Comparaison entre l'entomofaune entre les deux sites (agrumes et adventices)

D'après la figure 9, l'ordre des diptères a été présent avec des pourcentages importants comme 42 et 62% respectivement pour (agrumes et adventices). Les coléoptères suivent avec (25 et 17%), puis les hyménoptères avec (18et 0%), les hémiptères avec (13 et 18%), les lépidoptères avec (1et 2%) et enfin, les neuroptères ont affiché (1 et 0%) respectivement dans les agrumes et adventices.

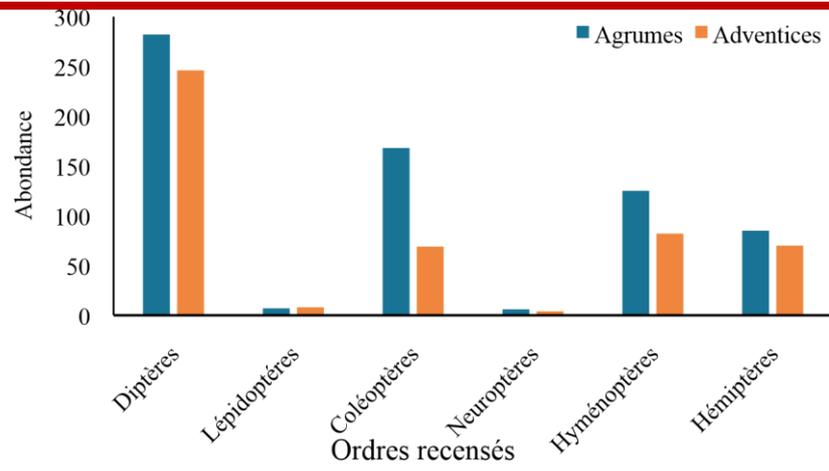


Figure 40 : Ordres recensés dans les deux sites agrumes et adventices

## Discussion

Au terme de cette expérience, qui a vu un inventaire de la faune sur deux sites, un verger d'agrumes et un champ d'adventice. L'analyse des résultats nous permet d'avancer que les d'insectes et leur ordre dans les deux sites de l'atelier agriculture de mazagran à savoir les deux champs des agrumes et des adventices. Cet inventaire nous a permis de récolter quelques informations sur la présences des insectes dans cette zone agricole.

Dans nos conditions climatiques, notamment la température et l'humidité semble avoir un impact sur le fitness et le développement des espèces. pluvieuse. En effet, ce facteur écologique a une forte influence sur la durée du cycle biologique (de l'œuf à l'adulte).

Par exemple, les larves d'*E. balteatus* sont très sensibles aux changements climatiques en ce qui concerne leur appétit. Une augmentation de température de 14 à 22°C diminue leur consommation de 1140 à 660 pucerons (Tenhumberg et Poehling, 1995). Quant à la durée de développement d'*E. balteatus*, le cycle complet de l'œuf à l'adulte peut s'effectuer en 21 jours à 20°C, alors qu'à 15°C, il nécessite 43 jours (Ankersmit et al., 1986). La plupart des migrations d'insectes sont invisibles à l'œil nu. Mais les chercheurs peuvent les suivre et les identifier avec des faisceaux radar. Chapman et al. (2016) ont analysé les données plus en détail afin d'examiner les tendances concernant de plusieurs espèces caractéristiques comme par exemple les syrphes. La relation des insectes avec le vent semble ambiguë, car certains insectes semblent se laisser emporter par le vent.

L'inventaire nous a permis de récolter 37 individus de la famille des coccinilidae ; 24 dans les agrumes et 13 dans le champs des adventices. Sept individus de la famille des coniopterigididae dont 4 dans les agrumes et 3 dans les adventices. Trois individus de la famille des chrysopidae, deux dans les agrumes et un individu dans les adventices.. En outre, 3 individus de la famille Ypnomeutidae dans les agrumes. Ceci montre que les femelles adultes ont deux types de comportements de recherche, à savoir la recherche de source de nourriture et la recherche de sites d'oviposition. Le choix du site de ponte peut être influencé par divers facteurs tels que l'habitat, la plante hôte, les espèces de pucerons, la disponibilité en pucerons, l'âge de la femelle ou encore la présence de composés volatiles sémiochimiques ainsi que le risque de compétition intra ou interspécifique. Ce choix peut être déterminant car les descendants sont souvent obligés de se nourrir des hôtes choisis par la femelle lors de l'oviposition. Les femelles ont une mobilité élevée et peuvent donc distribuer leurs œufs sur de larges territoires. Elles sont également capables de repérer des colonies de pucerons plus tôt dans la saison que les autres prédateurs aphidiphages (Al-Mohamad et al., 2009).

Effectivement, l'interaction hétérospécifique entre les coccinelles adultes d'une part et les chrysopes et les coniopterigidae d'autre part à l'état larvaire en s'attaquant aux pucerons. Ainsi, les pucerons développent des stratégies de défense telles que la synthèse de toxines et le mutualisme avec des fourmis qui fournissent aux colonies de pucerons non seulement de la protection mais aussi de l'hygiène en nettoyant les exuvies et en réduisant les risques d'infection fongique. En échange, les pucerons offrent un approvisionnement en sucres, le miellat (**Detrain et al., 2010**).

# *Conclusion générale*

L'inventaire fait ressortir six ordres taxonomiques dont les Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Neuroptera et Lepidoptera représentant six régimes alimentaires différents, dont les prédateurs (Coccinellidae, Coniopterygidae, Chrysopidae), les parasitoïdes (Phoridae, Braconidae), les saprophages (Trichoceridae, Chironomidae), Les nécrophages (Calliphoridae, Staphilinidae), les xylophages (Curculionidae), les mycétophages (Latrididae), des ravageurs phytophages (Drosophilidae, Cecydomyiidae, Sciaridae) et des déprédateurs (Aphididae). Les deux sites étudiés ont un taux d'humidité et une température semblent être les principaux facteurs influençant l'abondance des populations d'insecte. Compte tenu du rôle majeur que joue les ennemis naturels dans la lutte biologique, il serait important de compléter la présente étude par l'identification des ennemis naturels des syrphes dans les zones de production pour une meilleure gestion de sa population.

## *Références bibliographiques*

1. **Abou-el-Ela, M. H., Williams, R. S. (1978).** "Life history and larval development of *Eristalis aeneus*." *Journal of Applied Entomology*, 86(3), 291-300.
2. **Al-Mohamad, R. (2010).** Foraging and oviposition behaviour in the predatory hoverfly *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae): a multitrophic approach.
3. **Amrouche, K., & Djaadi, N. (2020).** Impact des pucerons sur la production fruitière : Études et perspectives. *Revue d'agronomie*, 45(2), 123-135.
4. **Ankersmit, G. W., Dijkman, H., Keuning, N. J., Mertens, H., Sins, A., Tacoma, H. M. (1986).** *Episyrphus balteatus* as a predator of the aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. *Entomologia experimentalis et applicata*, 42(3), 271-277.
5. **Aubert, J., et al. (1976).** Migration des Syrphidés : observations et études. *Annales de la Société Entomologique de France*.
6. **Baude, M., et al. (2011).** Rôle des Syrphidés en tant que pollinisateurs. *Ecological Entomology*.
7. **Bellinger, P. G., C. A. Schaefer. (2021).** *Environmental Influences on Insect Populations*. Springer.
8. **Blackman D.R.L. et Eastop V.F., (1985).** *Aphids on the world's crops: An identification guide*. New York, 466 p.
9. **Borrer, D. J., Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. (1989).** *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing.
10. **Boualem. M et Cherfaoui. K., (2012).** Étude bioécologique de deux espèces de pucerons : *Myzus persicae* et *Aphis spiraeicola* Avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algérie). 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture - 21.22 et 23 octobre 2012 – Montpellier.
11. **Boualem. M, Maameri. E, Abbou. A, Ghelamallah. A. (2014) :** Étude bioécologique de deux pucerons *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre. 10ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture - 21.22 et 23 octobre 2014 – Montpellier.
12. **Bouhadiba R., (2014).** Étude de l'effet insecticide de *Mentha piperita* et de *Nerium oleander* sur *Aphis spiraeicola*
13. **Bouhadiba. R, Boualem.M et Benoured. F., (2015).** Étude de l'effet de *Mentha pipéríte* et de *Nerium oleander* sur *Aphis spiricola*. *Seminaire International de la protection des*

- végétaux : Gestion Intégrée pour agriculture durable, le 23, 24 et 25 Fev 2015. Univ Mostaganem, Algérie.
14. **Bouhroua Rachid Tarik., (1987).** Bioécologie des pucerons en cultures maraîchères et incidence de leurs ennemis naturels dans la région de Fouka (wilaya de Tipaza).  
Mémoire d'ingénieur agronome, spécialité : protection des végétaux. INA El Harrach, Alger, 1987, 104 pages.
  15. **Branquart, E., Hemptinne, J. L. (2000).** Préférences alimentaires de *Episyrphus balteatus*. Bulletin of Entomological Research.
  16. **Caetano F.J.A., (2019).** Impacts du changement climatique sur le développement et sur la préférence du site d'oviposition du syrphe ceinturé (*Episyrphus balteatus* (De Geer)).  
Mémoire de Master. Université de Liège.63p.
  17. **Caetano F.J.A., (2019).** Impacts du changement climatique sur le développement et sur la préférence du site d'oviposition du syrphe ceinturé (*Episyrphus balteatus* (De Geer)).  
Mémoire de Master. Université de Liège.63p.
  18. **Chandler, A.E.F. (1968):** Some factors influencing the occurrence and site of oviposition by aphidophagous Syrphidae (Diptera). *Annals of Applied Biology*, 63: 435-436.
  19. **Chapman, R. F. (1998).** *The Insects: Structure and Function*. Cambridge University Press.
  20. **Cherfaoui. K., (2010).** Étude bioécologique de deux espèces de pucerons : *Myzus persicae* et *Aphis spiraeicola*. Avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algerie).
  21. **Chevalier Mendes Lopes, T., Bosquée, E., Polo Lozano, D., Chen, J. L., DengFa, C., Yong, L., ... Francis, F. (2012).** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie Faunistique*, 64(3).
  22. **Cohen, A. C. (1995).** Extra-oral digestion and predation strategies in syrphid larvae. *Entomological Science*, 2(1), 45-56.
  23. **Cole, L. J., Davis, H. (2005).** *Ecology of Insects*. Blackwell Publishing.
  24. **Coulombel A, (2007).** Fiche technique-Auxiliaires sur les syrphes sur fleur de chlicorée sauvage, *Alter Agri*.21-22.
  25. **Coulombel, M. (2007).** Migration des Syrphidés et stratégies de survie. *Entomological Review*.

26. **Delvare G. et Aberlenc H.P., (1989).** Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : Clés pour la reconnaissance des familles. Montpellier. Le Centre de coopération internationale
27. **Djellab S., (2013).** Les Syrphidés (Diptera : Syrphidae) du Nord-est Algérien : Inventaire et Écologie. Thèse Doctorat. Université Hadj Lakhdar de Batna. 129 p.
28. **Dusek, J., Laska, P. (1987).** Reproduction et accouplement des Syrphidés. Entomological Science.
29. **Flint, M. L., Sedlacek, J. D. (2006).** Pest Management in the Subtropics. University of California Press.
30. **Fouarge, M. (1990).** Les ravageurs des agrumes : biologie et gestion. Éditions Techniques, 220 pages.
31. **Fredon, L. (2009).** Survival strategies of syrphid larvae during adverse environmental conditions. *Insect Ecology Journal*, 45(3), 567-578.
32. **Gilbert, F. (1986).** La biologie des Syrphidés. *Biological Journal of the Linnean Society*.
33. **Gilbert, J. (1986).** "Predatory efficiency of syrphid larvae: A quantitative study." *Insect Science and Its Application*, 7(2), 123-134.
34. **Haffaressas B., (2018).** Inventaire et écologie des Syrphidés (Ordre : Diptera) de la région de Guelma. Thèse Doctorat. Université 8 Mai 1945-Guelma.157 p.
35. **Hartley, J. (1961).** "Larval development and life cycle of syrphid flies." *Proceedings of the Entomological Society of London*, 29(1), 15-26.
36. **Hedlund, K., Ekelund, N. (2006).** Impact of Temperature and Humidity on Insect Life Cycles. Wiley.
37. **Heuzet M., (2013).** Les clémentiniers et autres petits agrumes. Editions Quae, 368p.
38. **Imenes S.D.L., Bergmann F.C., Peronti A.L.B.G., Ide S., Martin J.E.R., (2002).** Aphids (Hemiptera: Aphididae) and their parasitoids (Hymenoptera) on *Ixora* spp (Rubiaceae) in the states of Bahia and Sao Paulo, Brazil-formal records interactions. *Arq. Inst. Biol., Sao Paulo*, V. (69), N°4: 55-64.
39. **Jalilian F (2015).** Biology and larval feeding rate of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on *Aphis pomi* (Hom.:Aphididae) at laboratory conditions. *Biological Forum* 7:1395
40. **Khaghaninia, S., Fathipour, Y., Rastegar, S. (2010).** "Biology and behavior of syrphid flies (Diptera: Syrphidae) in relation to aphid control." *Journal of Pest Science*, 83(1), 45-55.
41. **Krall, S. M., Schmitz, O. J. (2008).** Predator-Prey Interactions in Terrestrial Systems.

- Cambridge University Press.
42. **Ladanya, (2008)**. Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 110 012 India
  43. **Legemle, S. (2008)**. "The life cycle of syrphid flies and their role in integrated pest management." *Entomological Research*, 38(2), 112-123.
  44. **Loussert, J. (1987)**. Les agrumes : enjeux économiques et écologiques dans les pays producteurs. *Journal d'agriculture*, 12(4), 45-59.
  45. **Medjedoub F, (1996)**. Biologie de l'aleurode floconneux, *Aleurothrixux floccosus maskell* (Homoptera, Aleurodidae) dans un verger d'agrumes de la région de Draà Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Magistère en biologie et écologie des populations. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 173p
  46. **Mellah A, et Triaki Z, (2020)**. Biodiversité des pucerons Des rosacées et des agrumes à Boumerdes. Agronomie Spécialité : phytopharmacie et protection des végétaux Mémoire de fin d'études Master II Académique. p 3, 17
  47. **Ousaadi Y et Moukdad N, 2017**. Evaluation in vitro de l'effet Insecticide du romarin (*Rosmarinus officinalis*) et de la sauge (*Salvia officinalis*) vis-à-vis Du puceron vert des agrumes (*Aphis spiraeicola*). Master II en Agronomie Spécialité : Protection des cultures. P 3 , 8 , 9 Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, etc.
  48. **Parfonry R., (2011)** : Plante à fruits. In : Raemaekers H. (éd), *Agriculture en Afrique tropicale*, Direction générale de la Coopération internationale, Bruxelles, 555-588pp.
  49. **Praloran., (1971)**. Les agrumes.
  50. **Ramade, F. (2008)**. "Ecological roles of balancers in dipteran flight stabilization." *Journal of Insect Behavior*, 21(6), 453-468.
  51. **Rizza, P., et al. (1988)**. Utilisation des Syrphidés en lutte biologique. *Biological Control*.
  52. **Rocha-Pena.M et Richard.F et Niblett.S.L et Francisco M., (1995)**. Citrus Tristeza Virus and Its Aphid Vector *Toxoptera citmicida*.university of florida,citrus research and Education center. 79(5):437-444
  53. **ROtheray, G.E. (1993)**. Colour Guide to Hovefly Larvae (Diptera, Syrphidae). *Dipterists Digest*. 9 Sheffield:Derek. Whiteley. 156 pages.
  54. **Salunkhe et Kadam, (1995)**. Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996. *Biology of citrus / Pinhas*
  55. **Sanders, D. (1979)**. Reproduction des Syrphidés aphidiphages. *Journal of Applied Entomology*.

56. **Sarthou, J. (1996).** "Morphology and systematics of Syrphidae (Diptera)." *Fauna of Europe*, 22(1), 1-32.
57. **Sarthou, J. P. (1996).** Habitat et régime alimentaire des Syrphidés. *Insect Ecology*.
58. **Sarthou, J. P. (1996).** Utilisation des Syrphidés en agriculture. *Pest Management Science*.
59. **Sarthou, J. P., Speight, M. C. D. (2005).** Les larves phytophages des Syrphidés. *Insect Biodiversity*.
60. **Sarthou, J., Sarthou, J. (2013).** "Systematics of the Syrphidae family: A comprehensive review." *Journal of Entomological Research*, 42(2), 79-89.
61. **Schneider, M. (1948).** Observation des œufs des Syrphidés. *Insect Studies*.
62. **Schneider, M. (1969).** Prédation et parasitisme des Syrphidés. *Journal of Insect Physiology*.
63. **Séguy, E. (1961).** "Les Diptères: étude systématique et écologique." Masson & Cie, Paris.
64. **Speight, M. C. D. (1987).** "Hoverflies: Their Biology and Identification." Royal Entomological Society of London.
65. **Speight, M. C. D., et al. (2007).** Comportement des Syrphidés dans les prairies et jardins. *Ecological Entomology*.
63. **Spiegel-Roy, Eliezer E. Goldschmidt., Spiegel-Roy, Pinchas. Cambridge; 1996.** New York Cambridge University Press
64. **Stubbs, A. E., Falk, S. J. (1983).** "British Hoverflies: An Introduction to the Hoverflies of Britain." British Entomological and Natural History Society, London.
65. **Stubbs, A., Falk, S. (1983).** Les Syrphidés comme pollinisateurs. *Entomologist's Gazette*.
66. **UNCTAD, (2014).** United Nations Conference on Trade and development.
67. **Van Driesche, R. G., Bellows, T. S. (1996).** *Biological Control*. Chapman and Hall.
68. **Vanderplanck, M., Lognay, G., Detrain, C., & Verheggen, F.** Do aphids actively search for ant partners.
69. **Van Veen, M. (2004).** Ecological roles of syrphids in agriculture. In *Beneficial insects in agricultural systems* (pp. 201-215). Springer.
70. **Verlinden, L (1994):** Faune de Belgique. Syrphidés (Syrphidae). Institut Royal des Sciences Naturelles De Belgique. Bruxelles. 289 pages
71. **Verlinden, M. (1994).** "Characteristics of Syrphid Flies in European Habitats." *European Journal of Entomology*, 91(4), 301-318.
72. **Waldbauer, G. P. (1970).** Mimétisme et variation de couleur chez les Syrphidés. *Annual Review of Entomology*.

73. Woodcock, B. A., Bullock, J. M., McCracken, M., Chapman, R. E., Ball, S. L., Edwards, M. E., ... Pywell, R. F. (2016). Spill-over of pest control and pollination services into arable crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 231, 15-23.

### **Webographie**

•Site01

<https://www.arvalis.fr/infos-techniques/les-syrphes-pollinisateurs-etentomophages>

• Site 02

<https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/666789/syrphes>

• Site 04

[https://www.researchgate.net/figure/Les-syrphes-jouent-un-role-important-dans-la-pollinisation-des-plantes-Ici-un-male-de\\_fig3\\_359921219](https://www.researchgate.net/figure/Les-syrphes-jouent-un-role-important-dans-la-pollinisation-des-plantes-Ici-un-male-de_fig3_359921219)

•Site05

<https://dspace.ummtto.dz/items/e92a8c95-2b81-415f-838e-4e827ba3ceae>

•Site 06

<https://dspace.ummtto.dz/items/e92a8c95-2b81-415f-838e-4e827ba3ceae>

•Site 07

<https://osez-agroecologie.org/les-bandes-fleuries-permettent-de-controler-le-puceron-des-pommes-de-terre-et-evitent-lusage-des-insecticides-168-actu-38>

•Site08

[https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Zweefvliegpop\\_\(met\\_Diplazon\\_erin\)\\_collage2.jpg](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Zweefvliegpop_(met_Diplazon_erin)_collage2.jpg)