

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Spécialité: **Phytopharmacie et Protection des Végétaux**

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique en  
Sciences de la Nature et de la Vie

Thème:

**L'effet des métabolites secondaires sur l'installation  
des ravageurs des Agrumes**

Soutenu publiquement le / /2018 par:

Bencherit Mohamed Adel

**Devant le Jury :**

Mme Benrima A.	Pr.	U. Blida 1	Promotrice
M. MOUSSAOUI K. M.	M.A.A.	U. Blida 1	President
M. Djemai I.	M.C.B	U. Blida 1	Examinatrice
M. Lourdi A.	Drte.	U. Blida 1	Co-promotrice

*Année Universitaire 2017-2018*

## **DEDICACES**

À l'âme de mon grand père EL HADJ BEN ADEL

À l'âme de Mr AROUN

À mes parents

À mes frères

BENCHERIT Mohamed Adel

## Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier mon Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a guidés sur le chemin du savoir, et qui m'a donné le courage, la volonté et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Au second lieu, je tiens à remercier ma promotrice M<sup>me</sup> BENRIMA, A. de m'avoir proposé ce thème, et d'avoir eu la gentillesse et la patience, de mettre à ma disposition toutes ses connaissances, son savoir-faire, ainsi que tous les moyens nécessaires pour effectuer mon projet de fin d'étude dans les meilleures conditions.

J'exprime mes sincères remerciements à ma co-promotrice M<sup>lle</sup> LOURDI, A. d'avoir accepté gentiment d'encadrer ce travail, pour le temps et l'effort qu'elle a consacré pour réaliser ce travail, pour sa patience, ses encouragements, et de m'avoir prodigué de judicieux conseils.

J'exprime notre profonde gratitude à M<sup>r</sup> MOUSSAOUI, K. de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

J'remercie vivement M<sup>me</sup> Djemai, I. d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Mes plus vifs remerciements vont aussi :

A M<sup>r</sup> MAHDJOUBI, D., M<sup>me</sup> CHEBBATA, N. M<sup>me</sup> REMINI, L. M<sup>me</sup> AMMAD, F.

pour leur collaboration, et pour leurs aides.

Je remercie aussi M<sup>r</sup> Abderrahmane, M<sup>me</sup> Djemai Y, M<sup>me</sup> Nadjia, M<sup>me</sup> KETFI S, M<sup>lle</sup> Hiba

Un remerciement particulier va à NEHAL, S et LADJAL, A. AHMED-MESSAOUD, M

pour m'avoir aidés à réaliser ce travail.

Je remercie tout mes camarades de promotion ainsi que tout mes amis.

Et enfin un grand merci à l'ensemble des enseignants du département des Biotechnologies qui ont contribué à notre formation durant nos années d'études, et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Table des matières

---

Résumé	
ملخص	
abstrat	
Table des matieres	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction 01	
Chapitre I.....	03
I. Generalité.....	03
I.1. Taxonomie.....	03
I.2. Description morphologique des agrumes.....	04
• I.2.1. Les feuilles et les branches.....	05
• I.2.2. Les fleurs.....	05
• I.2.3. Les fruits.....	06
• I.2.4. Les graines.....	07
• I.2.5. Le système racinaire.....	07
• I.3. Le cycle végétatif des agrumes.....	08
• I.3.1. La reproduction sexuée.....	08
A- La floraison.....	08
B- La fructification.....	08
• I.3.2. La reproduction asexuée.....	09
I.4. Les principales espèces cultivées du genre Citrus.....	09
I.5. Origine géographique.....	10
I.6. Les zones agrumicoles.....	11
I.7. Importance de l'aire agrumicole moderne.....	11
I.8. Importance économique.....	11
• Dans le monde.....	11
• Dans le bassin méditerranéen.....	12
• En Algérie.....	13
Les maladies et les ravageurs des agrumes.....	14
1. Etat phytosanitaire des agrumes.....	14
1.1. Les accidents physiologiques.....	14

## Table des matières

---

1.1.1. Les troubles génétiques.....	14
1.1.2. Les troubles physiologiques.....	14
1.2. Les effets des carences.....	15
1.3. Les maladies.....	16
• Les maladies à virus ou viroses.....	16
• Les maladies bactériennes.....	17
• Les maladies fongiques.....	17
1.4. Les principaux ravageurs.....	18
• Les acariens.....	18
• Les diptères.....	19
• Les homoptère.....	19
• Les cochenilles.....	19
• Les Aleurodes.....	20
• Les pucerons.....	20
• Les lépidoptères.....	21
• Les nématodes.....	21
Les métabolites secondaires.....	23
• Les phénols.....	23
• Les dérivés d'extension du phénylpropane.....	24
• Les tanins.....	28
• I. Région d'étude.....	30
• I.1. Situation Géographique De La Mitidja.....	30
• I.2. Caractéristique climatique.....	31
• I.2.1 La pluviométrie.....	31
• I.2.2. La température.....	32
• I.2.3. Le vent.....	32
• I.2.4. Synthèse climatique.....	32
• I.3. Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER).....	33
• I.3.1.Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	35
• II. Présentations des stations d'étude.....	36
• II.1 Station 14.....	38
• II.2 Station Oued.....	38
• II.3 Station Gadouri.....	39

## Table des matières

---

• II.4 Station BLIDA1.....	40
• II.5 Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturelles.....	41
• III. Traitement phytosanitaire.....	42
• IV. Calendrier de sorties.....	49
• V. Méthodologie d'étude.....	51
• V.1. Matériels utilisés.....	53
• V.2. Identification des insectes.....	53
• V.3. Dosage.....	53
• V.3.1/Dosage des polyphénols totaux.....	53
• V.3.2/Dosage des flavonoïdes totaux.....	54
• V.3.3/Dosage des flavonols.....	54
• V.3.4/Dosage des tanins.....	55
• V.3.5/Dosage des anthocyanes.....	55
1. Inventaire des populations d'insectes dans les quatre stations expérimentales.....	57
2. Caractérisation des communautés entomologiques.....	60
3.Évolution temporelle des métabolites secondaires durant la période d'étude.....	63
3.1. Les Anthocyanes.....	63
3.2. Les flavonoïdes totaux.....	64
3.3. Les flavonols.....	66
3.4. Les polyphénols totaux.....	68
3.5. Les Tanins.....	69
DISCUSSION GENERALE.....	72
CONCLUSION GENERALE.....	79
Références bibliographique	

## Liste des FIGURES

Fig. 01 Arbre d'orange de Washington Navel (Originale, 2018).....	04
Fig. 02 feuilles et branches d'orange (Originale, 2018).....	05
Fig. 03 fleurs d'orange (Originale, 2018).....	06
Fig. 04 Les fruits d'orange (Originale, 2018).....	06
Fig. 05 Graine d'orange (Originale, 2018).....	07
Fig. 06 Le cycle végétatif d'un arbre d'agrumes.....	09
Fig 07 exemple de Panachure sur feuille d'agrumes (Originale).....	14
Fig 08 Quelques phénols et acides phénoliques.....	24
Fig 09 Exemples de dérivés d'extension du phénylpropane.....	25
Fig 10 Quelques flavonoïdes et un diterpène, le ginkgolide B, issu d'une plante à flavonoïdes et diterpènes pharmacologiquement intéressants, le Ginkgo biloba.....	26
Fig 11 Un insecticide naturel, la roténone 19.....	27
Fig 12 Le calanolide A issu de Calophyllum sp. et un exemple d'anthocyanidol, le pélargonidol.....	27
Fig 13 Des éléments des tanins.....	29
Fig 14 Représentation géographique de la Mitidja (MUTIN, 1977).....	31
Fig 15 Localisation de la Mitidja centrale dans le climagramme D'EMBERGER.....	35
Fig 16 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude campagne (2017-2018).....	36
Fig 17 Situation des sites expérimentaux de la région de Tipaza.....	37
Fig 18 Situation du site expérimental de la région de Blida.....	37
Fig 19 Situation de la station 14 (Google earth).....	38
Fig 20 Situation de la station d'Oued (Google earth).....	39
Fig 21 présentation de la station Gadouri (Google earth).....	40
Fig 22 présentation de la station abandonnée (Google earth).....	40
Fig 23 Schema représentant un exemple de la position de l'emplacement des pièges jaunes englués ainsi que la récolte des feuilles.....	52
Fig 24 Projection des groupements trouvés dans les quatre stations par la méthode <i>Detrended correspondance analysis</i> (DCA).....	61
Fig 25 caractérisation des groupements par la méthode <i>Cluster analysis</i> .....	62

<b>Fig 26 Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses d'anthocyanes dans les quatre vergers d'étude.....</b>	<b>63</b>
<b>Fig 27 Valeurs des concentrations d'anthocyanes exploités par un test ANOVA.....</b>	<b>63</b>
<b>Fig 28 Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de flavonoïdes totaux dans les quatre vergers d'étude.....</b>	<b>65</b>
<b>Fig 29 Valeurs des concentrations flavonoïdes totaux exploités par un test ANOVA... </b>	<b>65</b>
<b>Fig 30 Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de flavonols dans les quatre vergers d'étude.....</b>	<b>66</b>
<b>Fig 31 Valeurs des concentrations flavonols exploités par un test ANOVA.....</b>	<b>67</b>
<b>Fig 32 Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de polyphénols totaux dans les quatre vergers d'étude.....</b>	<b>68</b>
<b>Fig 33 Valeurs des concentrations polyphénols totaux exploités par un test ANOVA... </b>	<b>68</b>
<b>Fig 34 Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de tanins dans les quatre vergers d'étude</b>	<b>70</b>
<b>Fig 35 Valeurs des concentrations tanins exploités par un test ANOVA.....</b>	<b>70</b>

<b>Tableau 01 : Les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.....</b>	<b>12</b>
<b>Tableau 02 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie, campagne (2017-2018).....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 03. Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturales appliqué au niveau des trois stations durant la période expérimental.....</b>	<b>42</b>
<b>Tableau 04 Calendrier des traitements phytosanitaires au sein de la station « Gadouri » .....</b>	<b>44</b>
<b>Tableau 05 Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station « Oued».....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 06 : Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station « 14 ».....</b>	<b>49</b>
<b>Tableau 07 Programme de sorties (Piégeage) pour les 4 vergers.....</b>	<b>50</b>
<b>Tableau 08 Programme de sorties (Récolte de feuilles) pour les 4 vergers.....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau 09 Inventaire des espèces entomologiques dans les quatre vergers d'étude.....</b>	<b>59</b>
<b>Tableau 10 ; Résultat des concentrations d'anthocyanes traité par un test ANOVA à un seul facteur.....</b>	<b>64</b>
<b>Tableau 11 Résultat des concentrations flavonoïdes totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur.....</b>	<b>66</b>
<b>Tableau 12 Résultat des concentrations de flavonols traité par un test ANOVA à un seul facteur.....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau 13 Résultat des concentrations de polyphénols totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur.....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau 14 Résultat des concentrations de tanin traité par un test ANOVA à un seul facteur.....</b>	<b>71</b>

## **RESUME**

### **L'effet des métabolites secondaires sur l'installation des ravageurs des Agrumes**

Le recensement des populations entomologiques et le dosage des métabolites secondaires ont été réalisés afin de comprendre L'effet des métabolites secondaires sur l'installation des ravageurs des Agrumes.

Notre méthodologie a été réalisé dans quatre vergers agrumicole à la région de Mitidja, trois verges traités et un non traités, durant la période expérimentale qui s'étale du mois de janvier 2018 jusqu'au mois de Mai 2018.

Notre méthodologie est divisée en deux parties, la première partie c'est une étude biocénétique comparative entre les deux communautés entomologiques des deux types de verges traitées et non traitées. La deuxième partie c'est un dosage des métabolites secondaires, pour estimer La teneur totale en polyphénols totaux, La teneur totale en tanins, Les flavonoïdes, Les flavonols et Les anthocyanes.

Les extraits organiques ont été obtenus par macération en utilisant l'éthanol.

Cette étude nous a permis de confirmer l'hypothèse mettant en évidence que tous les arbres ont réagi au moins sur une seule installation des populations de bioagresseurs.

**Mots clés :** Agrumes, Diversité, Ravageurs, Métabolites secondaires, Mitidja.

## ملخص

### تأثير الأيضاث الثانوية على الآفات النباتية للحمضيات

أجريت تعداد السكان الحشرات ومعايرة المستقلبات الثانوية لفهم تأثير الأيضاث الثانوية على تموضع آفات الحمضيات.

تم تنفيذ منهجيتنا في أربعة بساتين الحمضيات في منطقة المتيجة ، ثلاث بساتين معالجة وبستان غير معالج ، خلال الفترة التجريبية من يناير حتى ماي 2018 تنقسم الى جزأين الجزء الاول دراسة تعداد الأنواع الحشرية التابعة إلى النوع الحمضيات على مستوى اربع بساتين الحمضيات، الجزء الثاني هو فحص للأيض الثانوية ، لتقدير المحتوى الكلي من البوليفينول الكلي ، والمحتوى الكلي للتانينات ، والفلافونويد ، والفلافونول والأنثوسيانين.

تم الحصول على المستخلصات العضوية عن طريق النقع باستخدام الإيثانول.

سمحت لنا هذه الدراسة بتأكيد الفرضية القائلة بأن كل الأشجار تفاعلت مع تركيب واحد على الأقل من مجموعات الآفات.

الكلمات المفتاحية: الحمضيات ، التنوع ، الآفات ، الأيضاث الثانوية ، سهل المتيجة.

## **Abstract**

### **The effect of secondary metabolites on the installation of citrus plant pest.**

The census of entomological populations and the determination of secondary metabolites were conducted to understand the effect of secondary metabolites on citrus pest plant.

Our methodology was conducted in four citrus orchards in the Mitidja area, three treated and one untreated yards, during the experimental period from January 2018 to May 2018.

Our methodology is divided into two parts, the first part is a comparative biocenotic study between the two entomological communities of the two types of milked and untreated yards. The second part is an assay of secondary metabolites, to estimate the total content of total polyphenols, the total content of tannins, flavonoids, flavonols and anthocyanins.

The organic extracts were obtained by maceration using ethanol.

This study allowed us to confirm the hypothesis that all the trees reacted at least on a single installation of pest populations.

**Key words:** Citrus, Diversity, Mitidja, Pests, Secondary Metabolites.

# Introduction

---

## Introduction

De tous temps, les agrumes ont été appréciés pour leur gout, leurs vertus médicinales, leurs parfumes et leurs qualités décoratives (Brébion et al, 1998).

La production mondiale d'agrumes entre 1999 et 2000 a atteint 70,8 millions de tonnes, ce chiffre montre l'importance de cette culture au niveau mondiale (Saraoui, 2010).

L'industrie de l'orange représente un chiffre d'affaire mondial de l'ordre de 2 milliards de dollars américains. Les premiers producteurs étant le Brésil et les États-Unis (principalement la Floride). Pour consommer ce fruit tous les mois de l'année, des oranges dites de contre-saison sont cultivées. Cette production en zone tempérée chaude réduit l'extension des surfaces de production dans l'hémisphère Sud (Anonyme, 2017).

La participation de l'Algérie a ce secteur reste médiocre par rapport à la potentielle naturelle de notre pays. La campagne 2009-2010 a enregistré une production de 8,5 millions de quintaux contre 7,8 millions de quintaux en 2008-2009 et 7,2 millions en 2007-2008 (Saraoui, 2010).

La production des oranges en Algérie augmente d'une année à une autre. Les données montrent que depuis 2004 jusqu'à 2013, la production a augmenté de plus du double, soit d'une quantité de 473524 tonnes avec un taux d'environ 113.51 % (Anonyme, 2016).

La région ancestrale de la Mitidja est connue par sa situation géographique et stratégique sur les monts de l'Atlas Blidéen et de sa fertile plaine, qui en fait d'elle une région agricole et touristique d'excellence. Pour ce qui est de son climat, l'Atlas tellien protège la région des vents secs du Sud en provenance des hauts plateaux. Cette protection permet à la région de bénéficier d'un climat méditerranéen propice à l'agriculture (Anonyme, 2017).

Avec une surface approximative de 20%, la région de la Mitidja est considérée comme la première zone agrumicole En Algérie, en assurant plus de 36% de la production globale. Selon les données statistiques les plus actualisées au niveau du ministère de l'agriculture et du développement rural M.A.D.R.E, pour la région de la Mitidja la production totale d'agrumes pendant l'année 2007 est estimée à 2 475 868 quintaux sur une superficie agrumicole de 48 361 ha (Anonyme, 2008).

Les agrumes sont sujets de plusieurs maladies et ravageurs et afin de comprendre les phénomènes de pullulation, Il est important d'étudier les liens entre les différents groupes entomologiques associés aux agrumes, ce qui implique la réalisation d'un inventaire des

## **Introduction**

---

espèces entomologiques dans les quatre stations d'étude et d'étudier l'évolution temporelle des métabolites secondaires.

Le présent document est divisé en quatre chapitres dont le premier et le deuxième concerne une synthèse bibliographique. Le matériel et les méthodes sont rassemblés dans le troisième chapitre. Les résultats obtenus et les discussions sont rassemblés dans le quatrième chapitre. Nous terminerons avec une conclusion.

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## I. Généralité

Les agrumes sont des petits arbres ou arbustes de taille moyenne, cultivés dans l'ensemble des régions chaudes, tropicale et subtropicale. Ils sont originaires d'Inde, de Chine, d'Australie septentrionale et de la nouvelle Calédonie. Ils étaient traditionnellement cultivés dans les jardins.

Le terme agrume désigne les seules espèces utilitaires du genre *Citrus* et de deux genres voisins : *Fortunelles* et *Poncirus*, il s'applique aussi bien aux arbres qu'à leur fruit (PESSON et LOUVEAUX, 1984).

### I.1. Taxonomie

La position taxonomique des agrumes d'après (JACQUEMEND et BICOLLEL 1986) se présente par la classification de TANAKA :

Embranchement : *Spermaphytes*.

Sous/ embranchement : *Angiospermes*.

Classe : *Eudicots*.

Ordre : *Géraniales*.

Famille : *Rutaceae*.

Sous / famille : *Aurantoideae*.

Tribu : *Citreae*.

Sous/ tribu : *Citreneae*.

Genre : *Citrus*.

Les *Rutaceae* comprennent plus de 700 espèces, en grande partie arborescente, appartenant aux pays chauds. C'est une famille qui n'offre qu'un petit nombre de caractères.

La systématique des *Citrus* est très difficile à cause des croisements intergénétiques et interspécifiques qui s'opposent facilement entre eux.

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

Il existe deux systèmes principaux de classification pour le genre *Citrus* :

Celui SUINGLE qui ne comprennent que 16 espèces, et celui de TANAKA beaucoup plus précis avec 156 espèces.

### I.2. Description morphologique des agrumes

La forme et la croissance des arbres varient selon leur génétique et la matière dont ils sont implantés (soit par ensemencement des graines soit par greffage). Généralement, les citronniers *Citrus limon* présentent de longues branches qui ont une croissance assez lente, la forme typique chez *Citrus sinensis* (orange douce) tend à être conique vers le sommet et rétrécie vers la base de l'arbre avec un tronc droit, les branches sont longues, compactes et horizontales, Chez les pamplemoussiers *Citrus grandis*, le tronc est large (0,5-0,75m de diamètre) avec un semis conique (PRALORON, 1971).

Les arbres issus de graines tendent à avoir plus d'épines et une croissance plus droite de branches que ceux issus à partir du greffage (ROBERTO, 1982).



**Fig. 01** : Arbre d'orange de Washington Navel. (Originale, 2018)

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- **I.2.1. Les feuilles et les branches**

Les feuilles sont simples, de 4 à 8 cm de longueur, unifoliées, denses, avec des pétioles ailés et articulés. Elles sont oviformes, ovales ou elliptiques, avec un aigu ou obtus, et contiennent des essences dans des poches, libres une fois écrasées (Fig. N°02). Les jeunes brindilles sont orientées vers le haut ; elles sont vertes, axillaires et unilatérales tandis que les brindilles et les branches plus anciennes, sont de couleur terreuse (circulaire dans la section transversale) et multilatérales (MACKEE, 1985).



**Fig. 02 :** feuilles et branches d'orange. (Originale, 2018)

- **I.2.2. Les fleurs**

Les fleurs ont entre 2 à 4 cm de diamètre, axillaires, parfumées, simples souvent parfaites (ayant les étamines et les pistils fonctionnels) et parfois staminées (comportant des étamines tout en étant dépourvues de pistils), le calice est lobé, composé généralement de cinq pétales avec des glandes d'essences aromatique. Les étamines sont entre 20 et 40. Les pétales sont de couleur blanc-rosâtre, rose-violette, vers l'extérieur chez le citron et rougeâtre chez les autres variétés d'agrumes (Fig. N°03). L'ovaire est sur monté d'un stigmate en masse, composé de 8 à 18 loculés (cavités), avec 4 à 8 ovules par loculé, dans deux rangées (SOMON, 1987).



**Fig. 03** : fleurs d'orange. (Originale, 2018)

- **I.2.3. Les fruits**

Le genre *Citrus* comme toutes les plantes de la famille des *Rutaceae*, possède un fruit très particulier, « Agrume » ou « Hespéride » (Fig. N° 04). C'est une baie indéhiscente puisqu'il est charnu, globuleux ou ovoïdal et contient des pépins, mais la partie charnue très juteuse a une origine particulière ; elle est due à la prolifération de poils succulents issus de l'endocarpe, c'est la partie consommée. La taille des fruits varie de 4cm de diamètre pour le citron à plus de 25cm pour le pamplemousse (STONE, 1970).

L'endocarpe charnu est divisé en 7 à 14 segments, séparés par des septal minces (cloison des segments). Chaque segment contient des pulpes (vésicules à jus) qui contiennent un jus acide et parfois sucré. Le mésocarpe blanc a une consistance spongieuse qui couvre de nombreuses glandes sécrétrices d'essence qui donnent son odeur particulière à l'orange (PURSEGLOVE, 1974).



**Fig. 04** : Les fruits d'orange. (Originale, 2018)

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- **I.2.4. Les graines**

Les graines sont blanches à verdâtres, aplaties et angulaires. Elles sont généralement polyembryoniques, signifiant que plusieurs embryons sont “ zygotiques“ (résultant de l’union d’un gamète male et d’un gamète femelle) ou « Nucellaire » (qui a rapport aux nucelles). Les embryons zygotiques sont issus de la pollinisation de l’ovaire, c’est-à-dire de la reproduction sexuée, donc, leur qualité corticole ne soit pas toujours semblable avec celle de l’arbre parent, tandis que les embryons nucellaires sont complètement issus de la plante mère et présentent des caractéristiques très similaires avec celle de l’arbre parent (MANNER, 2005).



**Fig. 05** : Graine d’orange. (Originale, 2018)

- **I.2.5. Le système racinaire**

Chez les agrumes, le système racinaire occupe plus de 70% de la taille de l’arbre, les racines ont un pivot qui peut dépasser 2m au dessous de la surface, ces racines fibreuses se prolonge généralement bien au-delà de la canopée (écran formé par la partie supérieure de la végétation du verger), (WALTER et SAM 2002)

### I.3. Le cycle végétatif des agrumes

Selon PRALORAN (1971). La multiplication des végétaux fait intervenir deux processus :

- La multiplication sexuée qui résulte de la fusion du gamète male et du gamète femelle.
- La multiplication asexuée (végétative) qui fait intervenir la capacité d'évolution de cellules peu différenciée comme celle du méristème. Des plus, de nombreux agrumes ont la possibilité de donner à côté de l'embryon sexué. Des embryons provenant du développement des cellules d'un tissu de l'ovule ; le nucelle : ces embryon correspondent donc a ne multiplication végétative particulière.

- **I.3.1. La reproduction sexuée**

Quand un équilibre s'établit entre le développement des différentes parties végétatives, l'arbre est alors en mesure d'assurer la pérennité de l'espèce parla reproduction.

A- La floraison :

Les agrumes fleurissent au printemps, après le repos plus ou moins marqué de la saison froide.

Certains limes, cédratier et citronnier fleurissent toute l'année (on parle dans ce cas de variété remontante). On observe parfois une apparition de fleurs hors saison.

B- La fructification :

L'évolution normale, après la fécondation conduit au développement de la graine.

Cependant, de nombreuses variétés dont les plus importantes du point de vue commercial, sont Aspermes ou presque dépourvus de graines.

Ces variétés ne produisent pas de graines suite à une dégénérescence de l'ovule ou par suite de non fécondation (= parthenocarpie), le fruit des agrumes est une baie pluviloculaire.

La croissance du fruit s'étend sur les trois quarts de l'année de floraison a lieu au printemps alors que la récolte des fruits à lieu dès la fin de l'automne et se poursuit pendant l'hiver (PRALORAN, 1971).



**Fig. 05 :** Le cycle végétatif d'un arbre d'agrumes.

- **I.3.2. La reproduction asexuée**

La plus part des agrumes sont des végétaux très instable du point de vue génétique.

L'intérêt de la reproduction asexuée réside dans la possibilité d'obtenir une plante ou l'orange mère, sans modification génétique de celui-ci, elle est très fréquente en agrumiculture.

On a essentiellement recours au greffage ; le bouturage est encore employé à titre expérimental.

#### **I.4. Les principales espèces cultivées du genre *Citrus***

D'après JACQUEMEND et BICOLLEL en 1986 les principales espèces cultivées du genre *Citrus* sont :

*Citrus sinensis* (L) : Oranger.

*Citrus nobilis* lour : Mandarinier à gros fruits.

*Citrus unichin* (MAK) Marc : Mandarinier à Satsuma.

*Citrus deliciosa* Ter : Mandarinier commun.

*Citrus reticulate* blanc : Clémentinier.

*Citrus grandis* (L) OSB : Pamploussier.

*Citrus paradisi* Macf : Pomelo.

*Citrus medica* L : Cedratier.

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

*Citrus limon* : Citronnier.

*Citrus amntifolia* (CHR) Swing : pimettier à gros fruits.

*Citrus limonia* : Lime mandarine.

*Citrus limetta* : Limette.

*Citrus limettoidestan* : Limettier doux.

*Citrus amantium* L : Bigaradier.

*Citrus Myrtifolia* RAF : Chinois.

*Citrus bergania* Risso et poit : Bergamottier

### I.5. Origine géographique

Les agrumes sont d'origine du sud asiatique, selon TANAKA ; leur centre principal est d'Assam et le nord de Birmanie, puis la diffusion à travers le monde s'est effectuée aux échanges commerciaux.

La chine est à l'origine de nombreuses variétés d'agrumes les chinois ont commencé il ya longtemps à se familiariser avec les agrumes et à les cultiver dans un but commercial les variétés chinoises d'agrumes se sont diffusées dans le monde entier par différents réseaux depuis longtemps.

Vers le première siècle avant JC, Le citron, à l'origine cultivé en chine, fut apporter en Iran puis dans des pays méditerranéens ; d'autres variétés comme les oranges douces ont été emportés à l'oranger par les routes commerciales maritimes et terrestres ; des recherches à ce sujet montrent que des variétés telle que les Valencia, les oranges Navals, les Satsuma...etc sont également originaires de chine.

C'est à partir du bassin méditerranéen et grâce aux grandes découvertes (les arbres, CHRISTOPH COLOMB ; 1493 et les navigateurs ANGLO-HOLLANDIS (1654) que les agrumes furent diffuser dans le monde (PRALORAN ; 1971 et LOUSSER ; 1969).

### I.6. Les zones agrumicoles

Les zones agrumicoles forment une ceinture de la terre entre l'équateur et la parallèle 40 degré nord et sud (plus de 60% entre 40° et 30° de latitude nord et sud où les conditions sont très différentes à celle d'origine) (JACQUMANDE et BLONDEL, 1986).

CASSIN J. (1983) a divisé l'aire agrumicole en trois zones :

- Zone intertropicale : Equateur, latitude 22°-23° nord et sud, amplitude thermique faible, orange et mandarine de qualité médiocre.
- Zone semi tropicale : latitude 33°-23° à 28°-29° nord et sud .Eté chaude et humide, hiver sec et plus froid, oranges industrielle de bonne qualité.
- Zone entre 30° et 40° nord et sud : été chaud et sec, hiver froid et humide ; oranges et mandarines de très bonne qualités.

### I.6. Importance de l'aire agrumicole moderne :

Plus de 50% des agrumes cultivés sont sous un climat estival aride, alors que le territoire d'origine connaît les pluies de mousson d'été qui atteignent et dépassent même souvent 1200 mm par an, tandis que ces zones à climat estival aride ont une pluviosité annuelle souvent inférieure à 100 mm. (WEBBER 1948 et HUME 1957).

Si la production agrumicole se caractérise par une vaste dispersion dans le monde entre les quatrième parallèles nord et sud, l'essentiel des tonnages est récoltés dans quelques régions seulement: le bassin méditerranéen, les Etats Unis, le Brésil, la République Sud- Africaine et le Japon sont en effet les principaux centres producteurs.

Cette inégale répartition de la production agrumicole mondiale entre pays producteurs est liée à la position géographique de ceux-ci.

En effet, un peu moins de 4/5 de tonnages récoltés sont dans l'hémisphère nord, bien que la zone d'origine des agrumes se situe entre le 30° de latitude nord et le 10° de latitude sud.

### I.7. Importance économique

- **Dans le monde**

Les agrumes, première production fruitières mondiale pour la saison 2001-2004, 104 millions de tonnes dont :

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

- 60% d'orange
- 18% petits agrumes (mandarines, clémentine...)
- 11% de citrons et de limes
- 5% de pomelos

Pour les différents types d'agrumes, les principaux pays producteurs sont les suivants (classement par rapport aux statistiques de la FAO en 2004). (Voir Tableau 01).

Oranges	Brésil, Etats-Unis, Mexique, Inde, Chine, Espagne, Iran, Italie, Egypte, Indonésie.
Petites agrumes	Nigeria, Chine, Syrie, Guinée, Japon, Arabie-Saoudite, Inde, Sierra Leone, Angola, Tunisie.
Citron et citron vert	Mexique, Inde, Espagne, Argentine, Brésil, Etats-Unis, Chine, Italie, Turquie.
Pomelo	Etats-Unis, Chine, Afrique de Sud, Mexique, Cuba, Argentine, Inde, Turquie, Tunisie.

**Tableau 01** : Les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.

Les zones de production de plus de 4 millions de tonnes (73% de la production mondiale) sont les suivants :

- Mexique : 4,3 millions de tonnes.
- Etats-Unis : 14,8 millions de tonnes.
- Brésil : 19,7 millions de tonnes.
- Bassin méditerranéen : 18,3 millions de tonnes.
- Chine : 10,8 millions de tonnes.

Les zones de production :

- L'hémisphère nord concentre 70% de la production mondiale sur trois zones : Etats Unis, Mexique, bassin méditerranéen, Chine.
- Pour l'hémisphère sud : la production est principale localisée au Brésil 19,7 millions de tonnes.
- Dans le bassin méditerranéen

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

Le bassin méditerranéen est la zone de prédilection des agrumes. Certains pays mettent à profit cet avantage pour développer cette culture qui dispose d'un marché d'exportation très important (Espagne, Maroc, etc.).

- **En Algérie**

La culture des agrumes revêt une importance stratégique en sa qualité de source d'approvisionnement en fruit frais (SARAOUI, 2010).

L'agrumiculture en Algérie a connu de belles années au lendemain de l'indépendance et notre pays était traditionnellement exportateur d'agrumes jusqu'au années 80.

Les agrumes sont cultivés en Algérie dans trois grandes régions du pays correspondant aux plaines du littoral et sublittoral méditerranéen, de climat à influence maritime à continental ; de sols généralement riches et profonds (PRALORAN.1971).

Les trois régions agrumicoles en Algérie toutes situées dans le nord :

- La région ouest avec les wilayas d'Oran, Mostaganem, Tlemcen, Mascara, Sidi Bel Abbes, Rilizane.
- La région centre avec la plaine de la Mitidja qui constitue le berceau de l'agrumiculture en Algérie, avec la plaine Tizi-Ouzou, Chlef et Bouira.

La région est où la culture des agrumes attient un grand degré de prospérité, avec les régions d'Annaba, Skikda, Jijel, Guelma et Bejaia (ANONYME 1997).

### Les maladies et les ravageurs des agrumes

#### 1. Etat phytosanitaire des agrumes

Les agrumes souffrent de différentes maladies et ravageurs qui peuvent affecter considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbres (CIBA-GEIGY).

##### 1.1. Les accidents physiologiques

###### 1.1.1. Les troubles génétiques

Parmi les causes de diminution de la production, il est nécessaire de citer divers troubles transmissibles par greffage mais qui ne semblent pas pathologiques, les plus souvent rencontrés sont :

La Panachure sur feuilles et fruits, Les fentes des fruits et la fasciation des rameaux et des fruits.

Aucun traitement curatif ne peut être conseillé. Dans tous les cas on évitera de prélever des greffons sur arbres présentant de ces troubles (CIBA-GEIGY).



**Fig. 07** : exemple de Panachure sur feuille d'agrumes (Originale 2018).

### 1.1.2. Les troubles physiologiques

Parmi les troubles physiologiques, les plus importants sont :

- Le gaufrage : Il n'est pas d'affection d'origine physiologique qui soit aussi grave que le gaufrage. C'est un phénomène accidentel, fréquent (sauf chez le citronnier).

Les fruits présentent sur l'épiderme des dépressions et des bosses légèrement marquées. Ils éclatent rarement sur l'arbre mais plus souvent en emballage. Les remèdes contre le gaufrage n'existent pas.

- L'altération du col : observée autour du calice
- La nécrosées : qui s'aggravent après la récolte.
- L'altération de l'écorce : Les symptômes se présentent sous forme de zones irrégulières nécrosées sur l'écorce de fruits.
- La nécrose de la partie stylaire.
- L'éclatement de fruits. (CIBA-GEIGY )

### 1.2. Les effets des carences

Les carences affectent beaucoup les agrumes bien qu'elles apparaissent comme secondaires aux agrumiculteurs (CIBA-GEIGY). Certaines d'entre elles seraient facilement corrigibles et à peu de frais, entraînant ainsi un substantiel accroissement des récoltes en qualité et en quantité. Parmi les carences les plus importants sont :

- La carence en zinc est universellement répandue, il est peu d'orangeries où il ne soit pas possible d'en déceler les symptômes. Elle est particulièrement marquée avec une diminution très nette de la taille des feuilles et un rabougrissement des rameaux. Ses symptômes, en particulier la marbrure jaune des limbes, ont souvent tendance à disparaître en été, faisant penser à l'agrumiculteur que la carence a disparu.
- La chlorose ferrique produite par immobilisation des sels de fer en milieu alcalin.

Toutefois, les citronniers, montrent assez souvent des symptômes foliaires de cette carence. La chlorose ferrique s'accroît par des irrigations trop importantes.

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- La carence en manganèse est rarement décelable, car ses symptômes sont souvent associés à ceux de la carence en zinc. Néanmoins elle a pu être mise en évidence dans quelques cas, sur des arbres présentant un feuillage de belle taille, alors que la carence en zinc aurait entraîné une diminution du calibre des feuilles.
- La carence en magnésium est souvent masquée par les effets de la carence en zinc, et par là, il est difficile d'identifier qu'il s'agit bien d'une carence de manganèse.

### 1.3. Les maladies

L'attaque des maladies occasionne des préjudices souvent irréparables pour les vergers d'agrumes, et certaines maladies arrivent à anéantir la plantation. Pour cela les agriculteurs doivent apporter un soin particulier au cours de la croissance des arbres et les fruits, ainsi qu'avant la récolte des fruits. Larignon P. (2009a)

Les principales maladies que les agrumiculteurs rencontrent régulièrement dans leurs vergers et qui causent très souvent des dommages considérables aux plantes, et affectent les récoltes en détruisant les fruits sont les suivantes :

- **Les maladies à virus ou viroses**

Les agrumes sont soumis aux problèmes de la propagation des maladies à virus et à phytoplasmes ces derniers temps. Ce sont des maladies transmissibles par bouturage, greffage, ou par des Homoptères agrumicoles polyphages. Les virus et les viroïdes déterminent un certain nombre d'effets généraux tels que les anomalies de la croissance et les inhibitions de la formation des pigments.

Les maladies virales importantes et qui touchent les agrumes dans le monde sont :

- Le Greening qui est transmise par 2 espèces de psylles *Diaphorina citri* et *Trioza erythrae*.
- Le Stubbon causé par un mycoplasme *Spiroplasma citri* qui se propage par le bois de greffé et des cicadelles.
- L'Exocortis causé par un viroïde et se transmis par voie mécanique.

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- Le complexe de la Psorose causé par *Citriovirus psorosis* et souvent une maladie latente sur la plupart des espèces des agrumes, elle se diffuse par greffage,
- La Tristeza causée par *Citriovirus viatoris* est une virose qui affecte les agrumes, transmise par greffage et surtout par des insectes vecteurs, en particulier le puceron noir *Toxoptera aurantii*. Le début d'attaque de cette maladie s'observe sur le point de soudure greffon/porte-greffe par une nécrose du phloème dans l'écorce. Les tubes criblés et les cellules compagnes au-dessous du point de greffe dégèrent, entraînant l'arrêt du mouvement de sève élaborée vers les racines.

- **Les maladies bactériennes**

La bactériose des agrumes est provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae*. Cette maladie se manifeste surtout sur les feuilles et les rameaux. Les attaques sont observées aussi sur citronnier. De nombreuses maladies engendrées par les bactéries présentent divers aspects et provoquent sur les végétaux la pourriture, la Tumeur, les chancres par les toxines qu'elles émettent. Elles peuvent causer des lésions à distances. La propagation des maladies bactériennes peut se faire par de nombreux agents citons en particulier le vent, l'eau et les semences.

- **Les maladies fongiques.**

En dehors des maladies virales dont les principaux vecteurs sont des insectes, les agrumes font face à plusieurs maladies fongiques. La phaeoramulariose, et la gommose sont les principales affections dues aux champignons sur agrumes.

La gommose parasitaire des agrumes, *Phytophthora sp.* (*Peronosporales- Pythiacées*)

Plusieurs dizaines d'espèces sont recensées comme pathogènes des agrumes. Toutefois, les deux principales espèces inféodées aux agrumes sont *P. citrophthora*, *Leonian* et *P. parasitica*. Les pertes dues à la gommose commencent dès la pépinière avec la « fonte des semis » jusqu'au moment où l'arbre entre en production avec les dépérissements et la pourriture brune des fruits. Toutes les parties de la plante peuvent être attaquées, mais ce parasite se conservant dans le sol. Les symptômes s'expriment au niveau du collet pour les arbres non-greffés et au-dessus de la ligne de greffe pour les arbres greffés. La couleur de l'écorce devient foncée et on assiste à des craquelures longitudinales puis latérales sur le tronc, d'où les exsudations de gomme. L'écorce affectée et le cambium se dessèchent, ce qui découvre le bois sous-jacent et peut entraîner la mort de l'arbre. Quant aux feuilles, elles

jaunissent en commençant par la nervure centrale, puis les rameaux et les branches se dessèchent (Larignon P. 2009a).

### 1.4. Les principaux ravageurs

Un ravageur est un insecte nuisible pour une production agricole. En région méditerranéenne, la culture des agrumes est particulièrement agressée par différents ravageurs. (H. Chapot et J. Cassin 1961)

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

- **Les acariens**

Bien que le nombre d'acariens ravageurs des agrumes soit très faible en comparaison de celui d'autres insectes ravageurs, les dommages qu'ils provoquent peuvent être importants. Ils se manifestent sous diverses formes : perturbent le métabolisme des plantes, détruisent les végétaux et freinent le développement de la végétation jusqu'à entraîner dans certains cas la chute des feuilles, des bourgeons, des fruits et le dépérissement des organes aériens et souterrains. (H. Chapot et J. Cassin 1961)

Les acariens sont des ravageurs minuscules parmi les espèces les plus dangereuses chez les agrumes il en existe trois :

- L'Acarien des bourgeons '*Aceria sheldoni*'
- L'Acarien tisserand ''*Tetranychus cinnabarinus*''
- L'Acarien ravisseur '*Hemitarsonemus latus*''

Les attaques des acariens des bourgeons interviennent essentiellement sur les organes fructifères, bourgeons fleurs et jeunes fruits du citronnier. A la suite de ces attaques un important pourcentage de fleurs et fruits chutent ; les fruits qui arrivent à maturité présentent des malformations caractéristiques d'où le nom de ''fruits monstrueux''.

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

Les attaques des Acariens tisserands débutent dès le mois de février, elles se localisent sur les jeunes feuilles des premières nouvelles pousses de l'année ; les fruits sont attaqués durant l'été sur la partie attaquée l'écorce prend une décoloration bronzée.

Les attaques des Acariens ravisseurs apparaissent sur les jeunes feuilles des nouvelles pousses à partir de la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. La feuille attaquée se gondole et le limbe prend une coloration vert clair. Les fruits sont attaqués dès leur formation, les parties touchées de l'écorce deviennent liégeuses à la maturité des fruits. (H. Chapot et J. Cassin 1961)

- **Les diptères**

Cet ordre se limite à une seule espèce *Ceratitis capitata*, appelée communément mouche méditerranéenne, elle s'attaque aux fruits de divers Citrus à savoir : les mandariniers, les pomelos et les orangers, tandis que les citronniers sont pratiquement indemnes, les dégâts provoqués par cette mouche sont de deux types :

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

- **Les homoptères**

- **Les cochenilles**

Les cochenilles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent. Les *Diaspines* sont les plus représentées, ensuite viennent par ordre d'importance numérique décroissante : les *Lécanines*, les *Pseudococcines* et les *Monophlebines*. Les dégâts que les unes et les autres occasionnent par suite de leur localisation possible sur les troncs, les branches, les rameaux, les feuilles et les fruits revêtent économiquement deux aspects :

- Le premier toujours à chiffrer est d'ordre quantitatif. Il touche à la production annuelle ou future des vergers. Ce sont les cas des chutes prématurées des fruits enregistrés au

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

printemps lors des sévères attaques d'*Aonidiella aurantii*, de *Saissetia oleae* ou *Pseudococcus sp.* Cette défoliation est accompagnée d'un dessèchement plus au moins poussé de rameaux et de branches charpentières avec un effet plus lointain, une réduction sensible et plus ou moins rapide de la production au cours des quelques années suivantes.

- Le deuxième aspect des dégâts vise la qualité des fruits récoltés qui immédiatement sera observé en station d'emballage et qui constitue pour les producteurs les dégâts types à éviter s'ils veulent exporter. A ces dégâts sur fruits s'ajoute encore le noircissement dont sont responsables les *Lécanines* et les *Pseudococcines* par suite du développement sur l'abondant miellat qu'elles secrètent de nombreuses fumagines.

- **Les Aleurodes**

Parmi ces mouches blanches, plusieurs espèces sévissent sur le pourtour méditerranéen et en l'occurrence en Algérie. Trois espèces ont causé des dégâts importants sur nos citrus, il s'agit de *Dialeurodes citri* Ashmead, *Aleurothrixus floccosus* Maskell, et *Parabemisia myricae* Kuwana.

- **Les pucerons**

Les pucerons se caractérisent par leurs apparitions massives sous forme de colonies denses serrées. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs, mais On les observe le plus souvent sur les feuillages et les jeunes pousses. Ils ont développé au cours de leur évolution, de remarquables capacités d'adaptation au milieu : fécondité élevée, modes de reproduction variés, alternance d'individus ailés et aptères et utilisation de plusieurs plantes-hôtes. Ceci leur permet d'exploiter au mieux les plantes sur lesquelles ils vivent. Les dégâts dus à ces espèces se traduisent par l'affaiblissement de l'arbre en prélevant la sève et en réduisant la surface photosynthétique des feuilles suite à l'installation de la fumagine. De plus, se sont de redoutables vecteurs de maladies virales, tels que la mosaïque et la jaunisse. Les espèces le plus fréquemment rencontrées sont : le puceron vert (*Aphis spiraecola*), le puceron noir (*Toxoptera aurantii*). (H. Chapot et J. Cassin 1961)

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- **Les lépidoptères**

On distingue les espèces suivantes :

- *Prays citri*, est un micro-lépidoptère de la famille des *Tortricidae* dont la chenille est nuisible aux fleurs, aux pousses tendres et aux jeunes fruits des divers citrus, elle provoque des dégâts importants à la production avec une préférence marquée pour le citronnier et le cédratier. Les attaques sur citronnier peuvent être intenses allant jusqu'à la destruction de plus de 90% des organes fructifères.
- *Phyllocnistis citrella* (STAINTON), appelé communément mineuse des agrumes, un micro lépidoptère appartenant à la famille des *Gracillariidae*. Ce ravageur possède en effet un très grand pouvoir d'adaptation aux conditions climatiques, en raison de son mode de vie strictement *endophyte*. *Phyllocnistis citrella* est un ravageur essentiellement inféodé aux agrumes, aussi peut s'attaquer à d'autres plantes telles que le jasmin (*Oleaceae*), le saule (*Salicaceae*), la vigne (*Vitaceae*) et le maïs (*Poaceae*) sur lesquelles il est cependant incapable d'achever son cycle biologique, les larves vit dans une mine creusée sous l'épiderme de la jeune feuille et des bourgeons en croissance. Les feuilles se déforment et s'enroulent et les tissus affectés par la galerie se nécrosent, dans certains cas la chute des feuilles. Les bourgeons attaqués présentent les mêmes symptômes qu'une attaque de puceron. Les dégâts occasionnés peuvent favoriser l'apparition et le développement du Chancre citrique dû à la présence d'une bactérie *Xanthomonas compestris* pv. *citri*, considèrent que les dégâts sont plus importants sur pomelo et citronnier ensuite viennent les variétés à petit fruit (mandarines) et enfin les variétés d'orangers, la sensibilité serait liée à la taille des feuilles, le seuil économique tolérable de cette mineuse est de 0,74 larves par feuille.

- **Les nématodes**

L'espèce la plus importante des Nématodes qui évolue sur le citrus *Tylenchulus semipénétrans* Cobb ce dernier évolue sur les racines d'un grand nombre de cultures (. Son attaque est localisée sur les racines et les radicelles sur lesquelles on observe des nécroses.

Sur les racines endommagées s'installent les champignons de la pourriture qui dans certains cas entraînent la mort des arbres. Les nématodes sont des vers parasites minuscules mesurent 0,3 mm. L'infestation des citrus est liée à la température, l'humidité, la structure

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

---

physique du sol, du stade physiologique et de la variété de la plante ainsi que la méthode culturale. (H. Chapot et J. Cassin 1961).

### Les métabolites secondaires

Les plantes possèdent des métabolites dits «secondaires» par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces composés diffèrent en fonction des espèces et, bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires. (Krief, S. 2003)

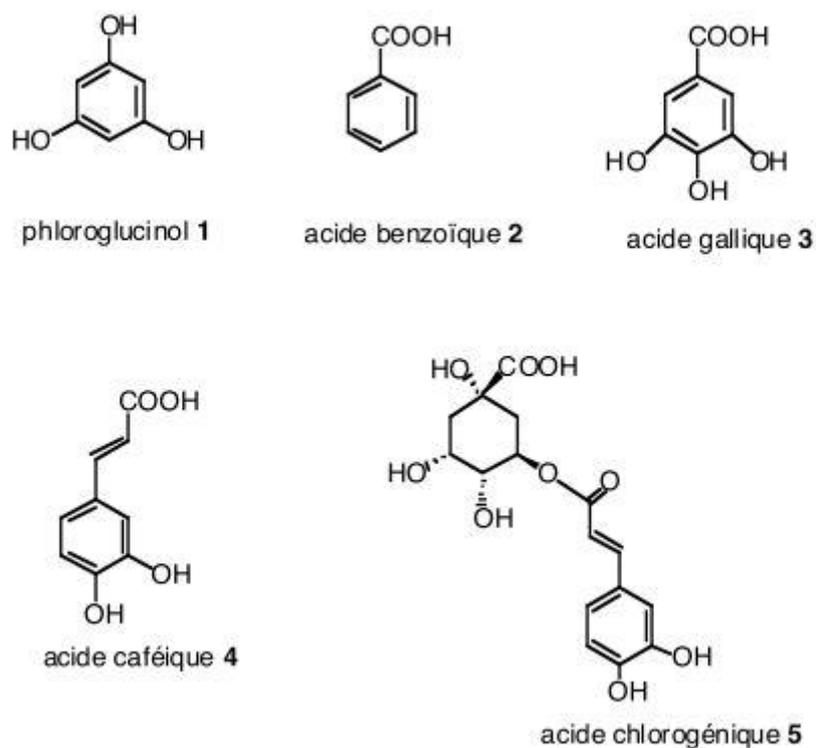
On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine. Quelques exemples représentatifs sont présentés ci-après, grâce à une revue des ouvrages de Bruneton (1993), Tyler et al. (1981) et Guignard (1996).

- **Les phénols**

Les phénols simples sont rares dans la nature (catéchol, phloroglucinol 1...). Les acides phénols sont des dérivés de l'acide benzoïque 2 (composés en C6-C1) tels que l'acide gallique 3 élément constitutif des tanins hydrolysables ou de l'acide cinnamique (composés en C6-C3) comme l'acide caféique 4 qui sont souvent estérifiés.

L'artichaut (*Cynara scolymus* L., Asteraceae) ou encore le romarin (*Rosmarinus officinalis* L. Lamiaceae) contiennent des esters de l'acide caféique 4. L'acide chlorogénique 5, ester de l'acide quinique, largement présent dans le règne végétal, a des propriétés proches de celles des tanins (Krief, S. 2003).

## Chapitre II : Les métabolites secondaires.

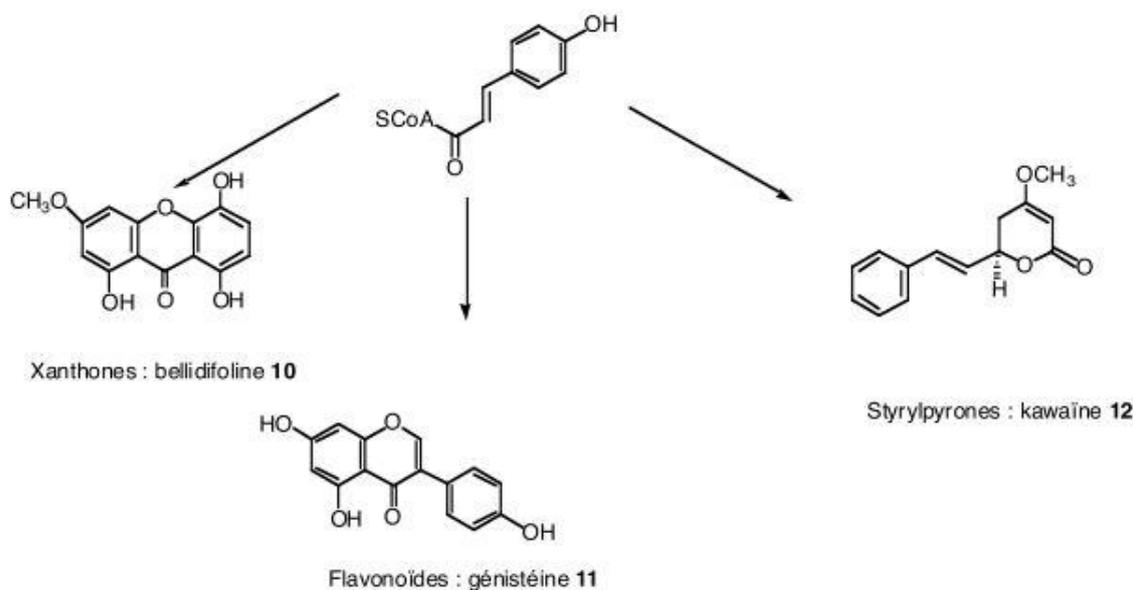


**Fig. 08** : Quelques phénols et acides phénoliques (Krief, S. 2003).

- **Les dérivés d'extension du phénylpropane**

L'addition successive d'unités dicarbonées sur des composés de type phénylpropane est à l'origine de la formation des stilbénoides, des flavonoïdes et des isoflavonoïdes. Ainsi, les xanthones comme la bellidifoline 10, les isoflavones comme la génistéine 11, les styrylpyrones comme la kawaïine 12 présentés dans la figure. (Krief, S. 2003)

## Chapitre II : Les métabolites secondaires.

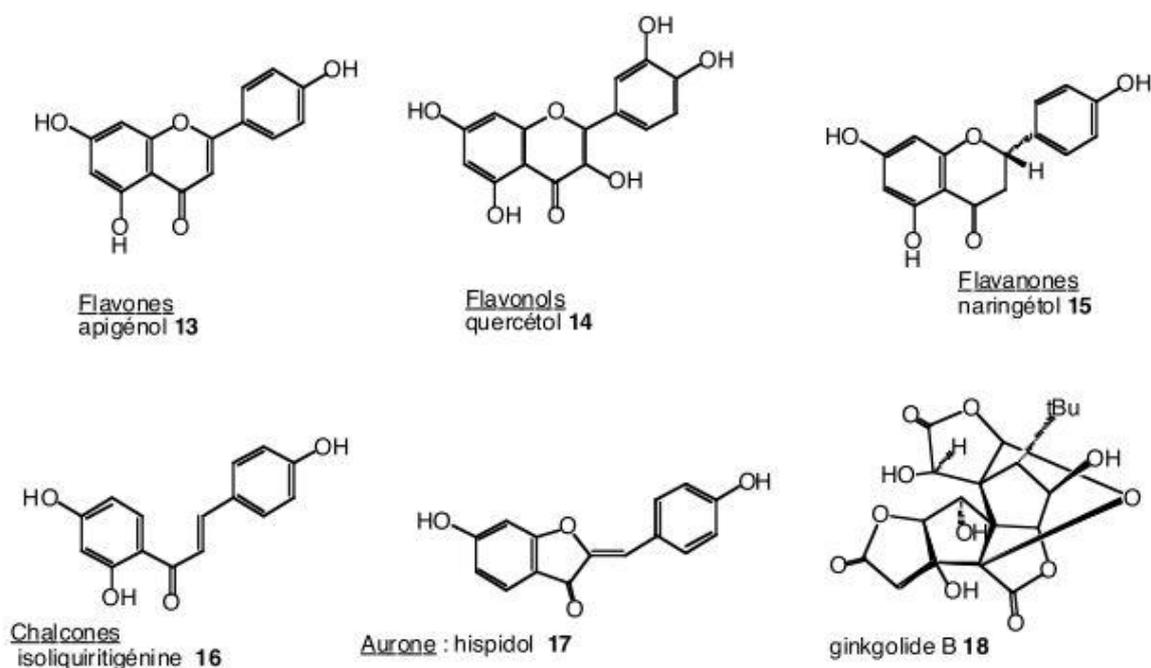


**Fig. 09** : Exemples de dérivés d'extension du phénylpropane (Krief, S. 2003).

Les flavonoïdes sont des pigments végétaux, simples ou glycosylés, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Les flavones (par exemple, l'apigénol 13) et flavonols (comme le quercétol 14), incolores, ont un rôle de co-pigment et de protection alors que les flavonoïdes jaunes (chalcones comme l'isoliquiritigénine 16, aurones dont l'hispidol 17, et flavonols jaunes) et les anthocyanosides bleus et rouges sont directement visibles. Certains ne sont visibles que par les insectes, assurant la signalisation pour les pollinisateurs. Les flavonoïdes, dissous dans les vacuoles à l'état d'hétérosides ou dans des plastes particuliers, les chromoplastes, sont présentes dans la cuticule et les cellules épidermiques, assurant la protection des tissus contre les rayonnements solaires nocifs. Les flavonoïdes (plus de 3000) ont une origine biogénétique commune et on peut distinguer les flavonoïdes sensu stricto des dérivés flavaniques, des anthocyanosides et des isoflavonoïdes.

Les flavones et flavonols représentent 80% des flavonoïdes sensu stricto (Krief, S. 2003).

## Chapitre II : Les métabolites secondaires.

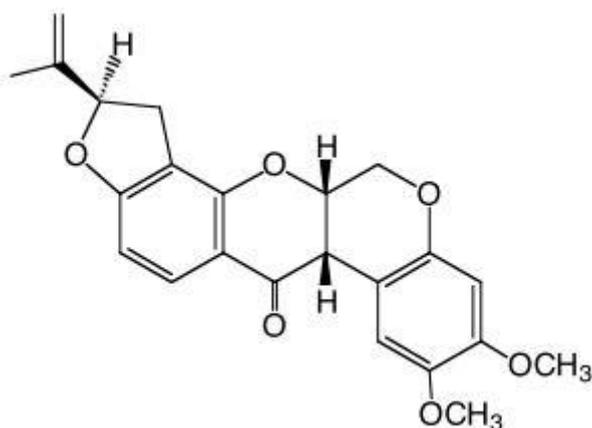


**Fig. 10** : Quelques flavonoïdes et un diterpène, le ginkgolide B, issu d'une plante à flavonoïdes et diterpènes pharmacologiquement intéressants, le *Ginkgo biloba*. (Krief, S. 2003).

Les flavonoïdes peuvent se lier les uns aux autres par leurs carbones 6 et 8, formant un biflavonoïde. On attribue aux flavonoïdes des propriétés d'augmentation de la résistance capillaire et de diminution de la perméabilité membranaire (utilisation de citroflavonoïdes comme le diosmine ou du ginkgolide B 18 du *Ginkgo biloba* L. Ginkgoaceae) ainsi que des activités anti-inflammatoires et anti-allergiques.

Les isoflavonoïdes et les roténoïdes peuvent être rattachés au squelette du 3-phénylchromane.

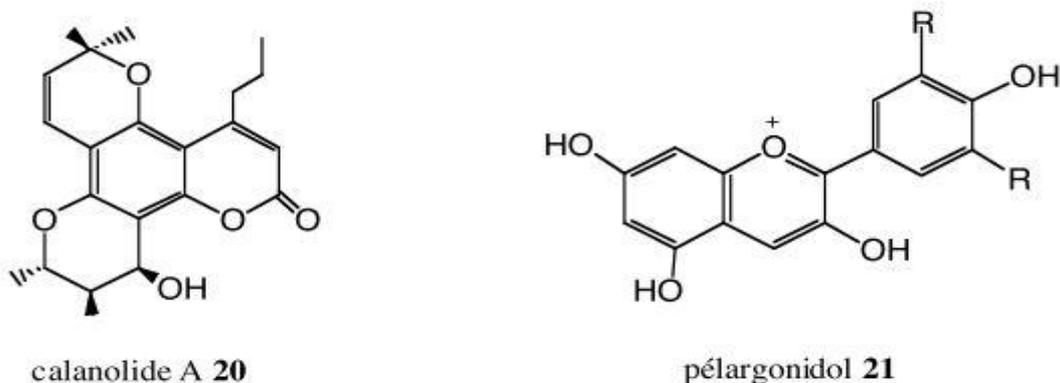
Leur distribution est restreinte et presque spécifique des Fabaceae malgré une très grande diversité structurale (plus de 700 connues). Les roténoïdes, et principalement la roténone 19, sont largement utilisés comme insecticides et de nombreux isoflavonoïdes sont considérés comme des phytoalexines (cf rôles écologiques des composés secondaires). (Krief, S. 2003)



**Fig. 11** : Un insecticide naturel, la roténone 19 (Krief, S. 2003).

Les néoflavonoïdes, construits selon un enchaînement 1,1-diphénylpropane sont surtout isolés des Fabaceae, des Clusiaceae et des Rubiaceae. Les propriétés cicatrisantes attribuées au baume de *Calophyllum* sont liées à la présence de calophyllolide. Le calanolide A 20, coumarine contenue dans la même plante, a révélé une forte activité anti-VIH. Il est, pour cette raison, actuellement en étude clinique aux États-Unis.

Les pigments colorés dérivés du cation flavylum existent sous forme d'hétérosides, d'anthocyanosides et de leurs génines, les anthocyanidols, tels que le pélargonidol 21 ou le delphinidol. Ils s'accumulent dans les vacuoles des cellules les plus externes, les rendant très visibles en raison de leur absorption dans l'UV mais leur conférant, également, un rôle d'écran protecteur. La formation des anthocyanes est favorisée par la lumière, mais aussi stimulée lors d'un traumatisme ou d'une infestation parasitaire. (Krief, S. 2003)



**Fig.12** : Le calanolide A issu de *Calophyllum* sp. et un exemple d'anthocyanidol, le pélargonidol (Krief, S. 2003).

## Chapitre II : Les métabolites secondaires.

---

Les anthocyanosides, et particulièrement ceux issus du fruit de la myrtille (*Vaccinium myrtillus* L. Ericaceae) ou des feuilles de Vigne Rouge (*Vitis vinifera* L. Vitaceae), sont utilisés pour le traitement symptomatique des troubles circulatoires et en ophtalmologie au niveau de la rétine et de la choroïde. Leur usage en nutraceutique pour améliorer la vision nocturne est également répandu. (Krief, S. 2003)

- **Les tanins**

Les tanins du châtaignier (*Castanea* sp.), du chêne ou d'Anacardiaceae ont longtemps été utilisés pour rendre la peau animale fraîche imputrescible et résistante à l'eau, la chaleur et l'abrasion. Ces propriétés sont dues à l'aptitude des tanins à se combiner aux macromolécules (et donc aux fibres de collagène de la peau). Ceci explique, par ailleurs, que les tanins précipitent les protéines, la cellulose et les pectines mais aussi leur goût âpre et leur astringence caractéristiques, issus de la précipitation des glycoprotéines de la salive.

En 1962, les tanins sont définis comme des composés phénoliques hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000, ayant la propriété de précipiter la gélatine et d'autres protéines et de se colorer par les sels ferriques. (Krief, S. 2003)

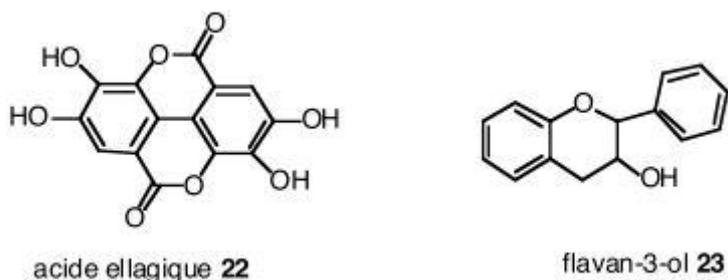
Aujourd'hui, on distingue :

- les tanins hydrolysables, esters d'un sucre, qui est très généralement le glucose, et de l'acide gallique 3 ou de l'acide ellagique 22,
- les tanins condensés ou proanthocyanidols, non hydrolysables résultant de la polymérisation d'unités flavan-3-ols 23. Ils forment dans les vacuoles des solutions pseudo-colloïdales et peuvent aussi se fixer au niveau des lignines, renforçant encore l'imputrescibilité du bois de cœur.

La disparition des tanins, lorsque les fruits ont atteint leur maturation, montre que comme d'autres composés phénoliques, ils peuvent être ré-utilisés par la plante. (Krief, S. 2003)

## Chapitre II : Les métabolites secondaires.

---



**Fig. 13** : Des éléments des tanins (Krief, S. 2003).

Les applications médicales des plantes à tanins découlent de leur affinité pour les protéines : ils ont un effet antidiarrhéique, et par voie externe, ils imperméabilisent les couches superficielles de la peau, sont vasoconstricteurs et limitent la perte en fluides. Ces propriétés, ajoutées par ailleurs à leur effet antiseptique, en font des molécules intéressantes pour la régénération des tissus en cas de blessure superficielle ou de brûlure, et les rendent utilisables dans le traitement des diarrhées infectieuses. Des galls du chêne (*Quercus infectoria*, Fagaceae), est d'ailleurs extrait le tanin officinal utilisé comme astringent dans les dermatoses et les brûlures, et comme hémostatique. (Krief, S. 2003)

## Chapitre III : Matériels et méthodes

---

Ce travail est constitué par deux parties, La première partie est l'inventaire des insectes d'où le suivi et l'échantillonnage ont été effectuées sur quatre vergers d'oranger et clémentinier dans la Mitidja (wilaya de Tipaza et Blida) durant la période qui s'étale du mois de Janvier 2018 jusqu'au mois de Mai 2018.

la deuxième partie est un dosage des composés phénoliques extraits des feuilles des arbres des quatre vergers en question.

### I. Région d'étude

#### I.1. Situation Géographique De La Mitidja

La Mitidja est la plus grande plaine sub-littorale d'Algérie, elle s'étend sur une longueur d'environ 100 Km, pour une largeur variant entre 5 et 20 Km, sa superficie est d'environ 140000 hectares. Elle est limitée :

- Au Nord, par la ride du Sahel et le vieux massif de Chenoua.
- Au Nord-est par l'Oued de Reghaia et l'Oued de Boudouaou.
- Au Nord-Ouest et à l'Ouest se situent le Djebel Chenoua (905 m), la chaîne du Boumaad et le Djebel Zaccar (800m).
- Au Sud, par l'Atlas Blidéen, borné par tout un ensemble de montagnes.
- A l'Est se trouvent les hauteurs et les collines de basse de kabylie.

Elle a une latitude Nord moyenne de 36 à 48 degrés et une altitude moyenne de 30 à 50 mètres.



Fig. 14 : Représentation géographique de la Mitidja (MUTIN, 1977)

### I.2. Caractéristique climatique

La région de la Mitidja est soumise à un climat méditerranéen caractérisé, généralement, par une saison douce et humide, allant de Novembre à Avril, et d'une saison chaude et sèche, qui s'étend de mois de Mai à Octobre.

Vu le rôle important joué par le climat, il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations et les températures.

#### I.2.1 La pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (MERCIER, 1999).

## Chapitre III : Matériels et méthodes

---

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (ANONYME, 1998), varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (MUTIN, 1977). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs. Les données recueillies auprès de l'office national de la météorologie de Dar El Beida sur la région de la Mitidja feront l'objet de l'étude et la synthèse climatique.

### I.2.2. La température

La température représente un facteur limitant de toutes premières importances, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. Les données thermiques, à savoir, les températures minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles  $[(m + M)/2]$  au cours des années 2001 à 2011 ainsi que ceux quotidiennes concernant la période de notre expérimentation (Juillet 2016 jusqu'à Décembre 2016), sont recueillies auprès de l'O.N.M (Office National de la Météorologie). L'analyse de la température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de Janvier et Février et les hautes températures sont notés durant les mois de Juillet et Août.

### I.2.3. Le vent

Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'Ouest et du Nord-Ouest Modérés, ils frappent, parfois, fortement à la fin de l'automne (Novembre) et en hiver, or les vents desséchant (sirocco) du sud provoquent des dommages aux vergers lorsqu'ils sont insuffisamment protégés (Mutin, 1969 ; Mutin, 1977).

### I.2.4. Synthèse climatique

Nous relatons pour la région d'étude les principaux paramètres climatiques que nous avons pu synthétiser d'après l'O.N.M dans le tableau qui suit :

## Chapitre III : Matériels et méthodes

mois	T moy mnsl (C°)	P moy mnsl (mm)
Mai 2017	24	19
Juin 2017	29	29
Juillet 2017	32	7
Aout 2017	34	10
Septembre 2017	28	12
Octobre 2017	24	34
Novembre 2017	18	82
Décembre 2017	13	104
Janvier 2018	14	56
Février 2018	12	91
Mars 2018	15	126
Avril 2018	18	222
Mai 2018	20	101

**Tableau 02 :** Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie, campagne 2017-2018 (Anonyme, 2016).

À l'aide du diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et du climagramme pluviométrique d'EMBERGER, nous allons essayer de dégager certaines caractéristiques du climat de notre région d'étude (Berbissa et Blida) à partir desquelles nous pouvons interpréter nos résultats du terrain.

### **I.3. Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)**

Pour situer notre région d'étude dans le Climagramme d'Emberger, nous avons fait appel au quotient pluviométrique d'Emberger qui se base sur le régime des précipitations et des températures.

Le coefficient pluviométrique d'Emberger est calculé selon la formule adaptée par STEWART(1969) :

$$Q_2 = 3,43 P / (M - m)$$

Avec :

$Q_2$ : Quotient d'Emberger

$P$  : la pluviométrie annuelle (mm)

$M$  : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

$m$  : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique  $Q_2$  placée en ordonnées, donnent la localisation de la station choisie dans le climagramme.

Pour calculer ce quotient, nous considérons les données de 10 ans (2001 à 2011)

Avec :

- $P = 634 \text{ mm}$
- $M = 32,6^\circ\text{C}$                        $\rightarrow Q_2 = 79,95$
- $m = 5,4^\circ\text{C}$

En reportant la valeur  $Q_2$  qui est de 79,95 dans le climagramme d'Emberger (Figure), il en ressort que la Mitidja centrale se situe dans l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver tempéré.

Et pour la campagne 2017/2018 :

- $P = 874 \text{ mm}$
- $M = 34^\circ\text{C}$                        $\rightarrow Q_2 = 136,26$
- $m = 12^\circ\text{C}$

En reportant la valeur  $Q_2$  qui est de 85,45 dans le climagramme d'Emberger (Figure). Il en ressort que la Mitidja centrale se situe dans l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver frais.

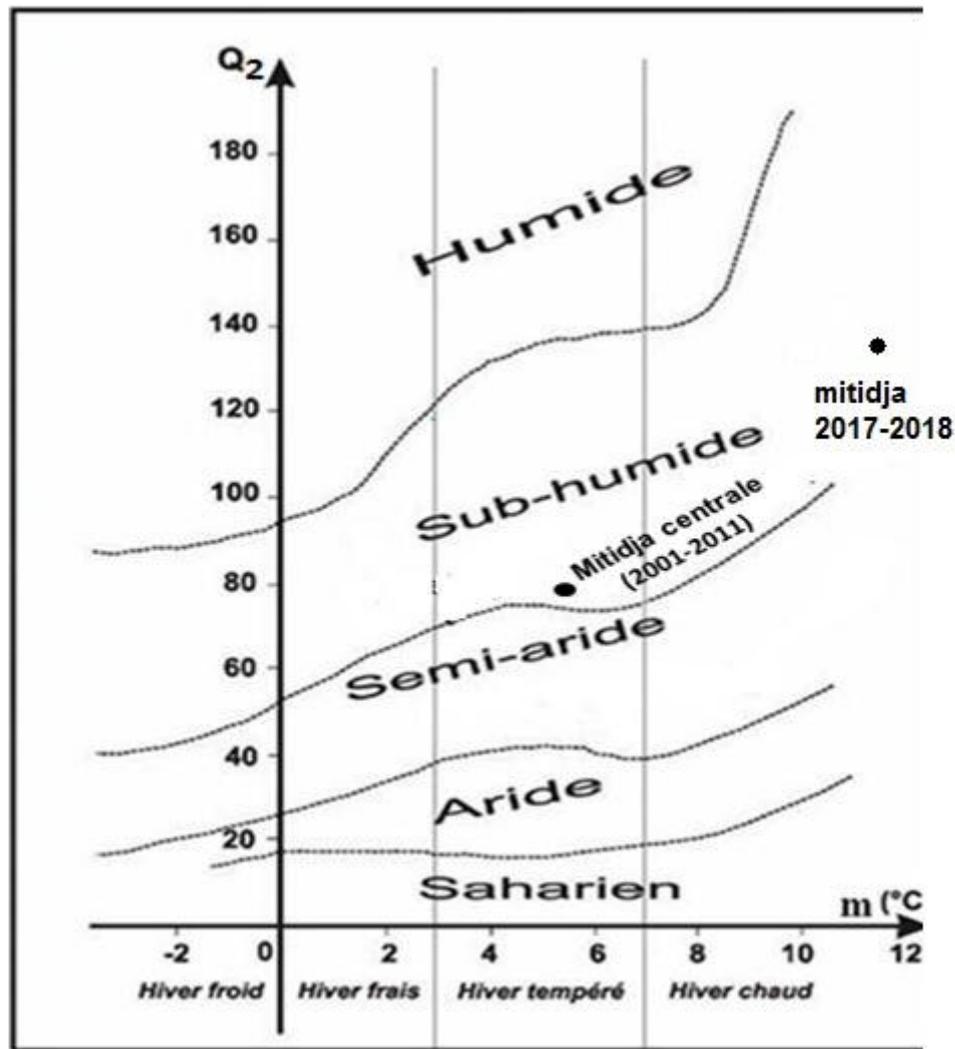
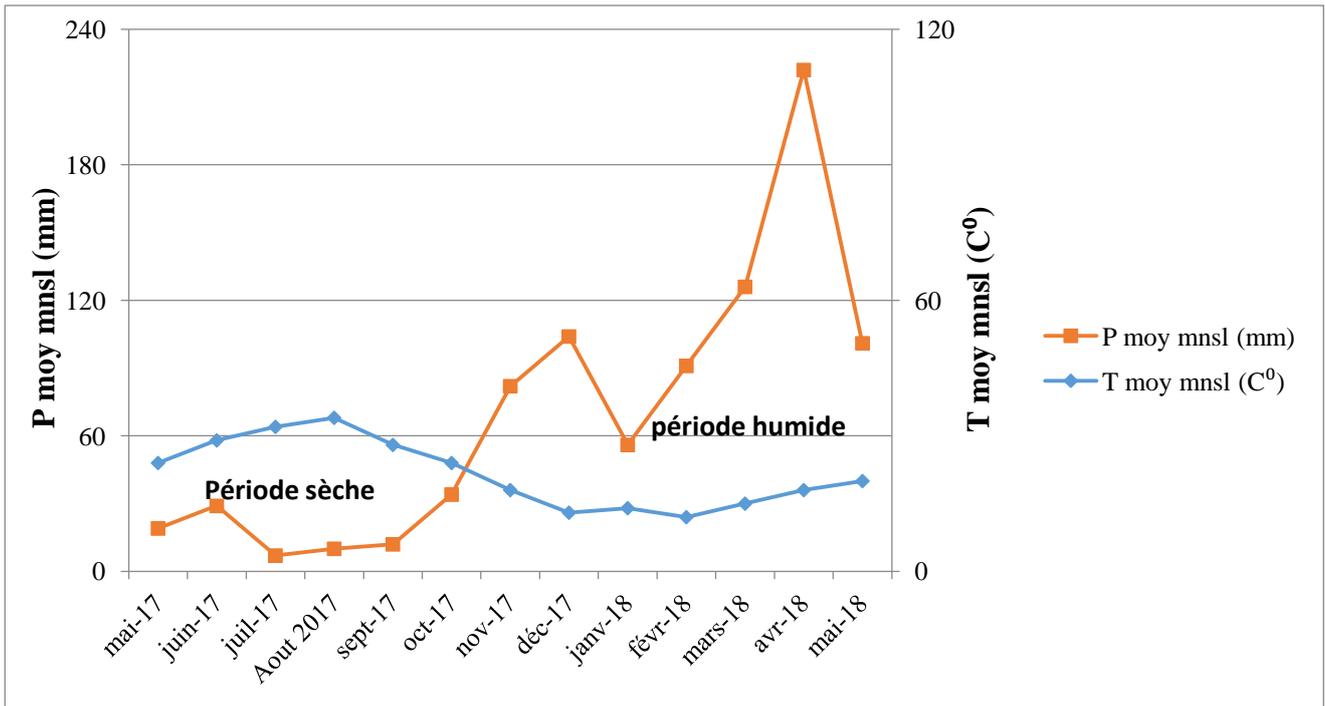


Fig. 15 : Localisation de la Mitidja centrale dans le climagramme D'EMBERGER.

### I.3.1. Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

BAGNOULS et GAUSSEN (1953 *in* DAJOZ, 1985), définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure ou double de la température de ce mois ( $P/2 < T$ ). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.



**Fig. 16** : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude campagne 2017-2018 (Anonymes, 2016).

À partir de diagramme ombrothermique de campagne étudiée, on constate que, durant la campagne 2016 à 2017, la période humide s'étend du mois de Janvier jusqu'à la fin du mois de Mai et une autre qui débute au mois d'Octobre jusqu'à la fin du mois de Décembre, alors que la période sèche commence au début du mois de Juin jusqu'à la fin de mois de Septembre.

## II. Présentations des stations d'étude

Notre étude a été réalisée dans la Mitidja.

Nos 4 stations d'étude sont des vergers agrumicoles dont 3 vergers sont propriété privée et le 4eme fait partie de la faculté des S.N.V de l'université de BLIDA1.



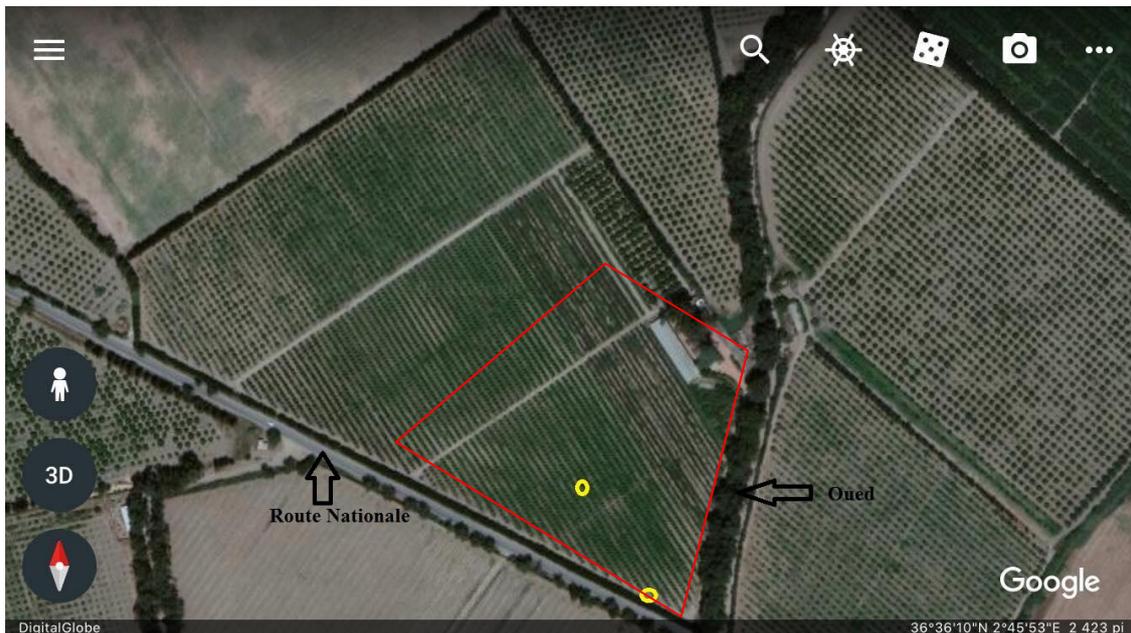
**Fig. 17** : Situation des sites expérimentaux de la région de Tipaza (Google earth, 2018).



**Fig. 18** : Situation du site expérimental de la région de Blida (Google earth, 2018).

### II.1 Station 14

La première station appelé "14" est installé depuis 2013 (âgé de 5 ans) elle occupe une superficie totale de 8 ha. Elle est spécialisée dans la production des variétés d'agrumes suivantes : Orange Maltaise, Orange Naveline et la clémentine Orogrande, entouré de brise-vent constitué de *casuarina*. Elle est limitée à l'Est par un Oued, au Sud par une route National, à l'Ouest par une jachère et au Nord par un verger d'agrumes.



**Fig. 19 :** Situation de la station 14 (Google earth, 2018).

### II.2 Station Oued

La station de l'oued s'étale sur 10 ha, offrant deux variété d'agrumes, en l'occurrence la Washington Navel et la Valencia Late. Elle est entouré de deux type de brise vent, la Casuarina du côté Est et Sud, et l'Eucalyptus du côté Ouest.

Cette station est limitée par un oued « Oued Mazafron » à l'Ouest et par des vergers d'agrumes au Sud, au Nord et à l'Est.

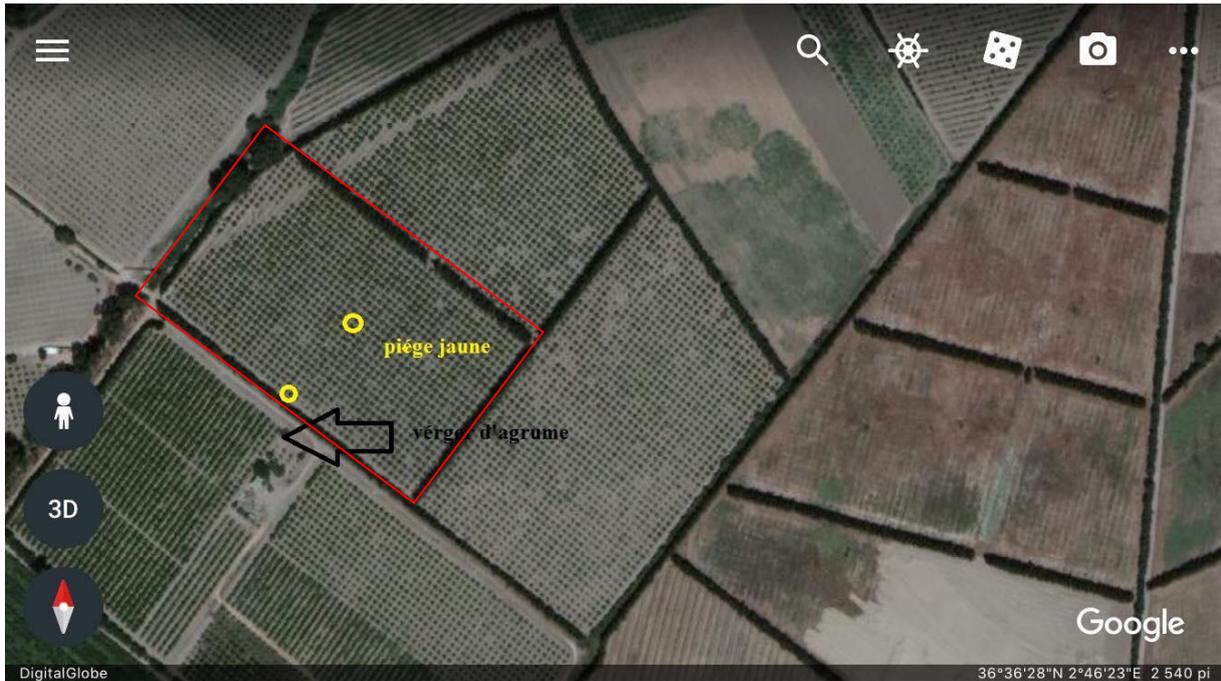


**Fig. 20 :** Situation de la station d'Oued (Google earth, 2018).

### II.3 Station Gadouri

La station Gadouri occupe une superficie de 10 ha, la Washington Navel est la variété cultivée dans cette station.

Cette station est entourée par quatre vergés d'agrumes, la brise vent utilisée dans cette station est le Casuarina.



**Fig. 21** : présentation de la station Gadouri (Google earth, 2018)

### II.4 Station BLIDA1

La station BLIDA1 occupe une superficie de 350 m<sup>2</sup>, C'est une station agrumicole abandonnée.



**Fig. 22** : présentation de la station abandonnée (Google earth, 2018)

### II.5 Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturales

Plusieurs travaux culturaux ont été réalisés sur les 3 stations exploitées. Le tableau () fournis tout travaille culturale appliqué aux niveaux des trois stations durant notre période expérimental, plus quelques caractéristiques descriptif des stations.

Stations				abandonnée
	14	Gadouri	Oued	
Superficie	8 ha	10 ha	10 ha	350 m <sup>2</sup>
Année de plantation	2013	2005	2006	n-a
Densité	5m / 2.5m	5m/ 5m	5m / 6m	5m/5m
Variété	1-Clémentine Orogrande 2-Orange Maltaise 3-Orange Naveline	Washington Navel	-Washington Navel -Valencia late	n-a
Porte greffe	1-Macrofila 2- Bigaradier 3-Volkamariana	Bigaradier	Bigaradier	n-a

## Chapitre III : Matériels et méthodes

Désherbage	- Mécanique (Discage entre le Mois de Mai et Septembre)  -Chimique (avec le Glyphosate 2L /ha entre le mois de février et Mars, septembre et octobre)	Mécanique Discage entre le Mois de Mai et Septembre)  -Chimique (avec le Glyphosate 2L /ha entre le mois de février et Mars, septembre et octobre)	Mécanique (Discage entre le Mois de Mai et Septembre)  -Chimique (avec le Glyphosate 2L /ha entre le mois de février et Mars, septembre et octobre)	Absence d'entretien
Taille d'entretien	Avant la fin février pour le Clémentinier et les Orange avant le fin Mars	Avant la fin Mars	Avant la fin Mars	Non faite
Irrigation	Par goutte a goutte entre le Mois de Mai et Septembre	Par goutte a goutte entre le Mois de Mai et Septembre	Par goutte a goutte entre le Mois de Mai et Septembre	La pluie

**Tableau 03 :** Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturales appliqué au niveau des 4 stations durant la période expérimental.

### III. Traitement phytosanitaire

Durant notre période expérimentale, des traitements phytosanitaires sont appliqués au niveau des trois vergers. Les Tableau fournis les noms des différentes matières actives appliquées avec le calendrier d'application.

### Chapitre III : Matériels et méthodes

<b>Matière active</b>	<b>Famille</b>	<b>Dose</b>	<b>Cible</b>	<b>Date d'application</b>
ABAMECTINE	<u>Avermectines.</u>	18g/ha	Mineuse	31/05/2017
LUFENURON	Benzoylurées	0.5 l/ha	Mineuse	08/06/2017
ACETAMIPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	30g /ha	Mineuse+ puceron	17/06/2017
LUFENURON	Benzoylurées	0.75l/ha	Mineuse	29/06/2017
ACETAMIPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	30g/ha	Mineuse+ puceron	08/07/2017
CHLORPYRIPHOS-ETHYL	Organophosphorés	1.5l/ha	Cochenille	18 /07/2017
DIMETHOATE	Organophosphorés	2l/ha	Cochenille	18 /07/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cératite + Cochenille	18/08/2017
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	24/09/2017
CHLORPYRIPHOS-ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cochenille	24/09/2017

### Chapitre III : Matériels et méthodes

HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	28/09/2017
CHLORPYRIPHOS-ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cochenille	28/09/2017
OXYCHLORURE DE CUIVRE +MANCOZÈBE	Organo cuprique	500g/ha	Chancre et Moniliose	Décembre /2017
CHLORPYRIPHOS-ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Acarien	07/02/2018
HUILE VEGETAL (ACIDE GRAS)		2l/ha	Acarien-puceron	07/02/2018
IMIDACLOPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	30 ml/ha	Mouche blanches-puceron	Avril/2018
ACETAMEPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	10gr/hl	Puceron	Avril/2018

**Tableau 04 :** Calendrier des traitements phytosanitaires au sein de la station « Gadouri ».

### Chapitre III : Matériels et méthodes

<b>Matière active</b>	<b>Famille</b>	<b>Dose</b>	<b>Cible</b>	<b>Date d'application</b>
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	17/07/2017
ACETAMIPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	0.5 l/ha	Mineuse+ puceron	17/07/2017
DIMETHOATE	Organophosphorés	2l/ha	Cochenille	17/07/2017
ACETAMIPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	30g/ha	Mineuse+ puceron	18/07/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cératite + Cochenille	18 /08/2017
HUILE DE PETROL		7.5l/ha	Divers insectes et maladies	14/09/2017
CHLORPYRIPHOS -ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cochenille	14/09/2017
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	24/09/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphoré	1 l/ha	Cochenille +cératite	24/09/2017
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	29/09/2017

### Chapitre III : Matériels et méthodes

DIMÉTHOATE	Organophosphoré	1 l/ha	Cochenille +cératite	29/09/2017
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	05/10/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphoré	1 l/ha	Cératite +acarien	05/10/2017
OXYCHLORURE DE CUIVRE +MANCOZÈBE	Organo cuprique	500g/ha	Chancre et Moniliose	Décembre/2017
CHLORPYRIPHOS -ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Acarien	09/02/2018
HUILE VEGETAL (ACIDE GRAS)		2l/ha	Acarien- puceron	09/02/2018
IMIDACLOPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	30 ml/ha	Mouche blanches- puceron	Avril/2018
ACETAMEPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	10gr/hl	Puceron	Avril/2018

**Tableau 05 :** Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station «Oued».

## Chapitre III : Matériels et méthodes

Tableau 06 : Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station « 14 »

<b>Matière active</b>	<b>Famille</b>	<b>Dose</b>	<b>Cible</b>	<b>Station d'études</b>	<b>Date d'application</b>
HUILE DE PETROL		5l/ha		14	18 /07/2017
ACETAMEPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	50 ml/ha	Mineuse +puceron	14	18 /07/2017
CHLORPYRIPHOS-ETHYL	Organophosphorés	1.5l/ha	Cochenille	14	18 /07/2017
ACETAMEPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	50 ml/ha	Mineuse+ puceron	14	26 /07/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cochenille	14	26 /07/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Cératite + Cochenille	14	18 /08/2017
HUILE DE PETROL		7.5 l/ha	Divers insectes et maladies	14	18/08/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Mouche blanche+ puceron+ trips	14	06/09/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Mouche blanche+ puceron+	14	14/09/2017

### Chapitre III : Matériels et méthodes

			trips		
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Mouche blanche+ puceron+ trips	14	16/09/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphorés	1.5 l/ha	Mouche blanche+ puceron+ trips	14	18/09/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphoré	1 l/ha	Cératite +acarien	14	08/10/2017
DIMÉTHOATE	Organophosphoré	1 l/ha	Cératite +acarien	14	12/10/2017
OXYCHLORURE DE CUIVRE +MANCOZÈBE	Organo cuprique	500g/ha	Chancre et Moniliose	14	Décembre/2017
OXYCHLORURE DE CUIVRE +MANCOZÈBE	Organo cuprique	500g/ha	Chancre et Moniliose	14	5/01/2018
OXYCHLORURE DE CUIVRE +MANCOZÈBE	Organo cuprique	500g/ha	Chancre et Moniliose	14	10/01/2018
CHLORPYRIPHOS -ETHYL	Organophosphorés	1.5 l/ha	Acarien	14	05/02/2018
HUILE VEGETAL (ACIDE GRAS)		2L /Ha	Acarien- puceron	14	05/02/2018
	<u>Néonicotinoïde</u>	30	Mouche	14	Avril/2018

### Chapitre III : Matériels et méthodes

---

IMIDACLOPRIDE		ml/ha	blanches- puceron		
ACETAMEPRIDE	<u>Néonicotinoïde</u>	10gr/hl	Puceron	14	Avril/2018

**Tableau 06 :** Calendrier du traitement phytosanitaire au sein de la station « 14 ».

En ce qui concerne le 4eme verger, Aucun traitement n'est appliqué.

#### IV. Calendrier de sorties

La période d'échantillonnage s'est étendue du juin 2017 à Avril 2018 pour les trois vergers d'étude. Nous avons réalisé 2 sorties par mois et les plaques jaunes sont récupérés 2 jours après leurs installations.

### Chapitre III : Matériels et méthodes

Sorties	Mois	Dates
1	Janvier	Dépôt 28-01-2018
		Retrait 30-01-2018
2	Fevrier	Dépôt 19-02-2018
		Retrait 21-02-2018
3	Mars	Dépôt 04-03-2018
		Retrait 06-03-2018
4	Mars	Dépôt 13-03-2018
		Retrait 15-03-2018
5	Avril	Dépôt 05-04-2018
		Retrait 07-04-2018
6	Avril	Dépôt 16-04-2018
		Retrait 18-04-2018
7	Avril - Mai	Dépôt 30-04-2018
		Retrait 02-05-2018

**Tableau 07 :** Programme de sorties (Piégeage) pour les 4 vergers.

## Chapitre III : Matériels et méthodes

Sorties	Mois	Dates
1	Janvier	V.T. 10-01-2018
		V.A. 10-01-2018
2	Fevrier	V.T. 03-02-2018
		V.A. 03-02-2018
3	Fevrier	V.T. 20-02-2018
		V.A. 20-02-2018
4	Mars	V.T. 05-03-2018
		V.A. 05-03-2018
5	Mars	V.T. 22-03-2018
		V.A. 22-03-2018
6	Avril	V.T. 05-04-2018
		V.A. 05-04-2018
7	Avril	V.T. 17-04-2018
		V.A. 17-04-2018

**Tableau 08 :** Programme de sorties (Récolte de feuilles) pour les 4 vergers.

### V. Méthodologie d'étude

La première partie est l'inventaire des insectes dans quatre stations qui se situe dans la Mitidja, l'inventaire est réalisé par des plaques jaunes englués. Les pièges chromatiques ont été conçus pour l'identification, le suivi régulier et le contrôle des populations d'insectes dans les cultures. Les pièges jaunes attirent la majorité des insectes dont les aleurodes, pucerons, parasitoïdes...etc. Les insectes attirés sont retenus par la glue des pièges chromatiques.

### Chapitre III : Matériels et méthodes

---

Les pièges jaunes englués sont déposés dans les quatre vergés (14,Oued, Gadouri, univ Blida1) a raison d'une plaques par station qui soit déposée au hasard figure Ces pièges sont récupérées deux jours après leurs installations et ils ont été entourés par un film alimentaire transparent pour préserver les insectes capturés, ces plaques ont été étiquetées et récupérées pour une identification. L'identification des espèces capturées par les pièges jaunes a été faite au niveau du laboratoire de Zoologie au département de Biotechnologies à l'université de Blida 1.

La deuxième partie est un dosage effectué au laboratoire de Phytopharmacie du même département, Ce dosage a pour objet de déterminer la teneur en substances phénoliques des feuilles des 4 vergers.



**Fig. 23 :** Schéma représentant un exemple de la position de l'emplacement des pièges jaunes englués ainsi que la récolte des feuilles (Google earth, 2018).

 = Dépôt des pièges jaune engluées au niveau des arbres.

### V.1. Matériels utilisés

- Plaques jaunes englués
- sacs en papier
- Sécateur
- Film alimentaire en plastique transparent
- Loupe binoculaire (au laboratoire)
- Clés de détermination.

### V.2. Identification des insectes

Les plaques engluées ont été observés à l'aide d'une loupe binoculaire aux trois grossissements (X 2, X4 et X8) pour des besoins de reconnaissance de certains caractères d'identification des parasitoïdes et hyper parasitoïdes sur la base de la nervation alaire ou des antennes (nombre d'articles et disposition sur la tête de l'insecte). Certains taxons ont été identifiés jusqu'à la famille, pour d'autres on est arrivé à identifier le genre et l'espèce. Nous avons utilisé plusieurs guides d'identification des ravageurs et ennemis naturels des agrumes. Nous nous sommes aussi basés sur les techniques de reconnaissance des insectes auxiliaires établies par le laboratoire d'Entomologie de l'Institut méditerranéen d'agroforesterie (Université polytechnique de Valence, Espagne).

### V.3. Dosage

#### V.3.1/Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols, contenus dans les extraits alcooliques secs, est réalisé selon le protocole décrit par Singleton et Rossi (1965).

Le réactif de Folin-Ciocalteu (FCR) est un acide de couleur jaune, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleu de tungstène et de molybdène.

### Mode opératoire

Un volume de 200µl de chaque extrait (1mg/ml) est mélangé avec 1ml du réactif de Folin–Ciocalteu et 0,8ml de carbonate de sodium à 7,5%. L'ensemble est bien mélangé et incubé à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm. On utilise une gamme-étalon établie dans les mêmes conditions avec de l'acide gallique. L'indice de Folin-Ciocalteu est exprimé en microgramme équivalent acide gallique par milligramme d'extrait sec (µg eq ac gal/mg ES).

La concentration des composés phénoliques est calculée selon une équation de type  $y=ax+b$ , obtenue à partir de la courbe d'étalonnage.

### V.3.2/Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux des extraits est déterminée par la méthode colorimétrique décrite par Kim et *al.* (2003).

### Mode opératoire

Une quantité de 100µl de chaque extrait (1mg/ml) est mélangée avec 0,4ml d'eau distillée puis avec 0,03ml d'une solution de nitrite de sodium (NaNO<sub>2</sub> 5%). Après 5min, 0,02ml d'une solution de trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub> 10%) est ajoutée. On additionne à ce mélange 0,2ml de solution de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1M) et 0,25ml d'eau distillée, ce mélange est maintenu sous agitation à l'aide d'un vortex, pendant 5 minutes, à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 510 nm. Une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant la quercétine à différentes concentrations, pratiquée dans les mêmes conditions opératoires. La concentration des flavonoïdes est exprimée en microgramme équivalent quercétine par milligramme d'extrait sec (µg eq quer/mg ES).

### V.3.3/Dosage des flavonols

La teneur en flavonols est déterminée par la méthode de Yermakov et *al.* (2004).

### Mode opératoire

On mélange 2 ml de l'extrait sec avec 2 ml d'une solution de trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$  20 g/l) et 6 ml d'une solution d'acétate de sodium (50 g/l). Après 2 heures et demi d'incubation à 20°C, la lecture de l'absorbance est réalisée à 440 nm. La courbe d'étalonnage est réalisée avec des concentrations allant de 0,0166 à 0,5 mg/ml de solution méthanolique de rutine. Le taux des flavonols est déterminé en microgramme équivalent rutine par milligramme d'extrait sec ( $\mu\text{g eq rut/mg ES}$ ).

### V.3.4/Dosage des tanins

Les tanins sont dosés selon la méthode colorimétrique Folin-Denis, décrite par Joslyn (1970). Son principe est basé sur la réduction de l'acide phosphomolybdique et tungstique en milieu alcalin, qui en présence des tanins donne une coloration bleue, dont l'intensité est mesurée à 760 nm.

### Mode opératoire

Dans une fiole de 100 ml, on introduit 75 ml d'eau distillée, 1 ml de la solution à tester (1mg/ml), 5 ml de réactif de Folin-Denis et 10 ml d'une solution saturée de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (10%). Après agitation mécanique, la préparation est incubée pendant 30 min, la mesure de la densité optique est faite à 760 nm. Une gamme étalon d'acide tannique est préparée dans les mêmes conditions avec des concentrations allant de 0,022 à 0,1 mg/l. **Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent acide tannique par milligramme d'extrait sec ( $\mu\text{g eq ac tan/mg ES}$ ).**

### V.3.5/Dosage des anthocyanes

Les anthocyanes sont déterminés par la méthode de décoloration proposée par **Jur (1967)**. Son principe est basé sur la décoloration des solutions d'anthocyanes en utilisant une solution de bisulfite de sodium.

Cet auteur a montré que ce phénomène était dû à l'existence d'une réaction entre le cation flavylium et l'hydrogénosulfite ( $\text{HSO}_3$ ). Cette réaction est équilibrée, elle conduit à la formation d'un produit d'addition incolore, plus ou moins stable selon le pigment.

## Chapitre III : Matériels et méthodes

---

### Mode opératoire

Dans un bécher de 80 ml, on introduit 1 ml de la solution à tester (contenant 1mg d'extrait sec), 1 ml d'éthanol et 20 ml d'une solution aqueuse d'HCl 2%. L'ensemble est bien homogénéisé (on l'appellera solution S).

- On met dans un 1<sup>er</sup> tube à essai 10 ml de la solution S, et on lui ajoute 4ml d'eau distillée.
- Dans un 2<sup>eme</sup> tube, on met 10 ml de la solution S et 4ml de bisulfite de sodium (15%).

Après une incubation de 20 min, on procède à la mesure de la densité optique à 520 nm. On calcule la  $\Delta DO$  pour chaque extrait. Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent cyanidine par milligramme d'extrait sec ( $\mu\text{g eq cyan/mg ES}$ ), après extrapolation des absorbances sur la courbe d'étalonnage de la cyanidine.

Afin de comprendre les phénomènes de pullulation, Il est important d'étudier les liens entre les différents groupes entomologiques associés aux citrus, ce qui implique la réalisation d'un inventaire des espèces entomologiques dans les quatre stations d'étude.

### **1. Inventaire des populations d'insectes dans les quatre stations expérimentales**

Le tableau suivant présente les effectifs, et la systématique de l'ensemble des espèces entomologiques inventoriées dans les quatre stations d'étude, Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés il y cohabite bon nombre d'espèces ravageurs ainsi que des auxiliaires.





Du point de vue richesse spécifique, nous pouvons constater que les familles les plus représentées sont ceux des *Aphelinidae*, *Eulophidae*, *Encyrtidae* suivi par la super famille des *Ceraphronoidea*, et les espèces de la famille des *Chrysopidae*.

Cependant on compte des espèces inféodées aux citrus représentants des phytophage, à savoir *Dialleurodes citri*, *Thrips sp1*, *Thrips sp2*, *Aphis sp*, *Cicadellidae*.

Les Hyménoptères parasitoïdes sont nettement le groupe d'organisme le plus important en lutte biologique et il est responsable de la majorité des succès tant du point de vue économique qu'environnemental. D'après PESTIMAL- SAINSAUVEUR (1978), l'ordre des Hyménoptères, en groupant 280.000 espèces, est quantitativement classé le deuxième après les Coléoptères.

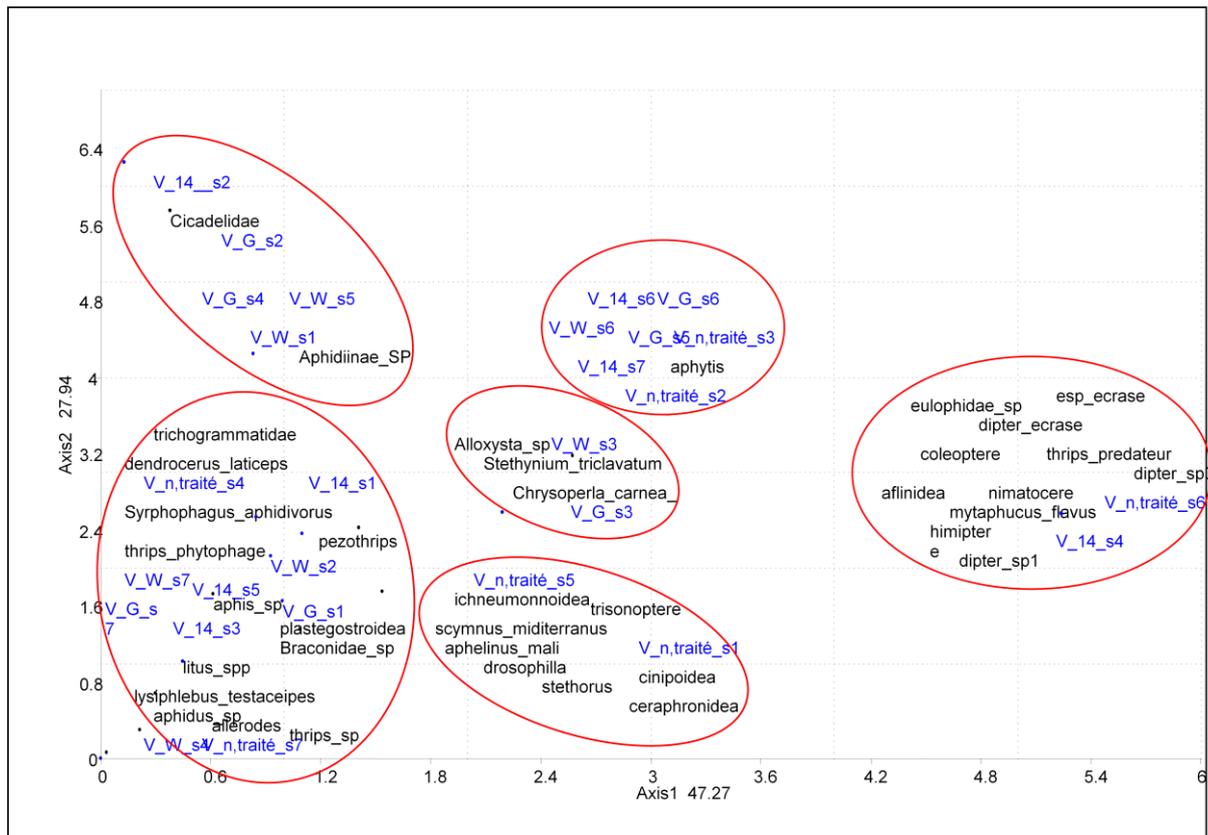
### 2. Caractérisation des communautés entomologiques

Analyse des groupements d'insectes par la méthode DCA suivie par un Cluster analysis :

Les informations apportées par les moyennes d'abondance des insectes dans les quatre vergers contribuent avec 47.27% et 27.94% de la variance respectivement sur le plan d'ordination axe1 et axe2 de la DCA (Figure ..). Au totale 6 groupes entomologiques ont été rencontrés dans les quatre stations d'étude.

- **Groupe 1** : verger non traité (Univ de Blida) avec le verger Larbbatach, caractérisé par les espèces :*Eulophidae*, *Metaphucus flavus*, *Aphelinidae*, *Coleoptera*, *Diptera sp1*, ces espèces sont pour la plupart de parasitoïdes sensibles aux produits insecticides utilisés dans les trois autres vergers d'étude.
- **Groupe 2** : révèlent la présence de trois espèces caractérisant le verger non traité, trois mettant en évidence l'abondance mensuelle des espèces auxiliaires dans le verger non traité. Ces espèces sont *Platigastridae*, *ceraphronidae*, *cinepoidea*, *trichogrammatidae*, *coccilenidae*,
- **Groupe 3** : Les espèces caractérisant ce groupes sont fréquentes dans tous les vergers ce qui explique leurs capacité à pulluler tout le milieu agrumicole, il s'agit des *Aleurodidae*, *Thrips*, *Aphidae*.
- **Groupe 4** : Seule l'espèce homoptère *Aphis sp* qui caractérise les quatre vergers dans ce groupe. Cette capacité des aphides à coloniser différents biotopes confirme la forte dissémination des populations de puceron.

- **Groupe 5** : deux espèces sont présentes dans ce groupe, à savoir : *Cecadellidae*, *Aphidiinae*. Nous signalons que ces deux espèces sont présentes dans les trois vergers sauf dans verger non traité.
- **Groupe 6** : l'espèce *Chrysoperla carnea* détermine le verger de Wed et Gadouri par la présence de proies probablement phytophages.



**Fig. 24** : Projection des groupements trouvés dans les quatre stations par la méthode *Detrended correspondance analysis (DCA)*.

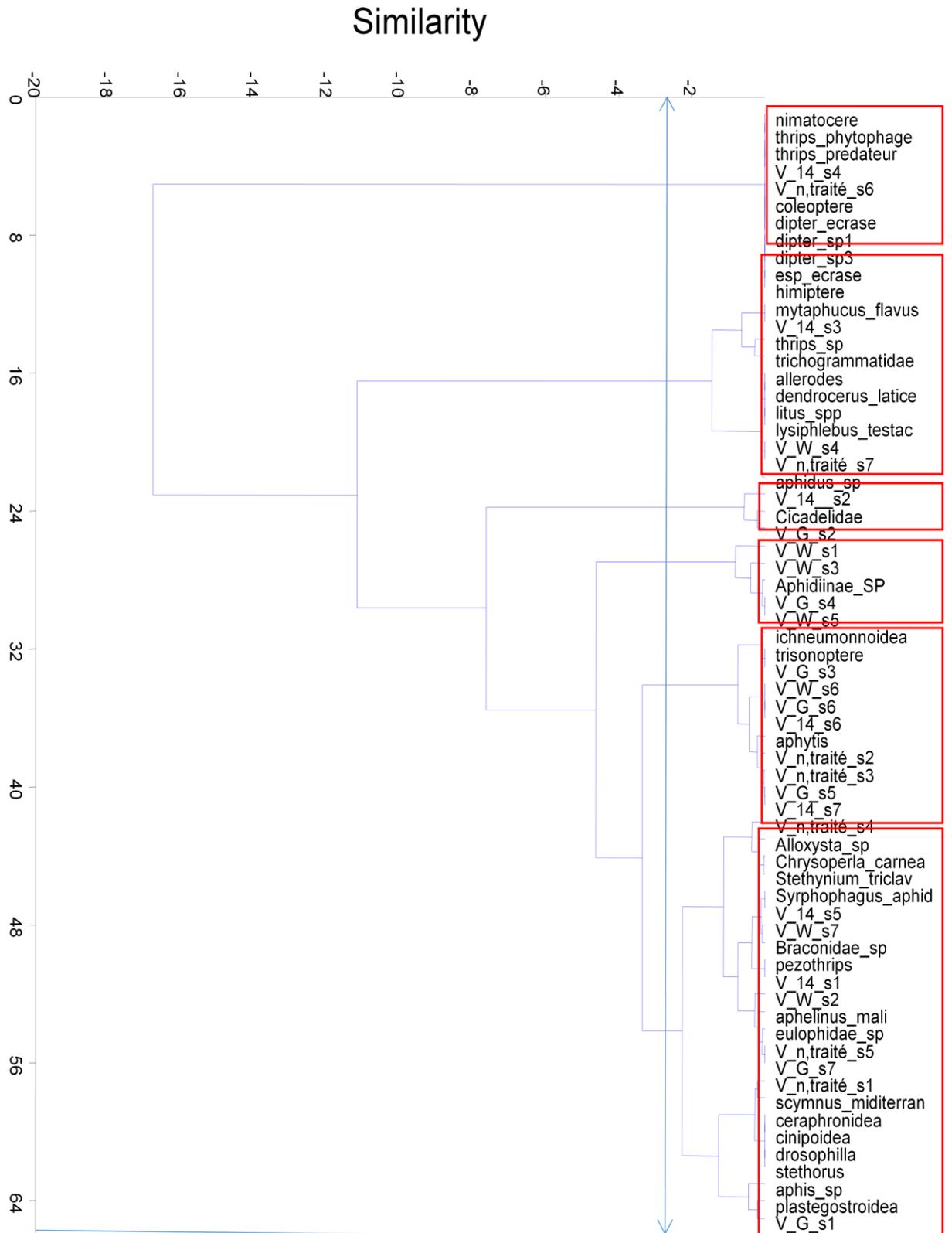
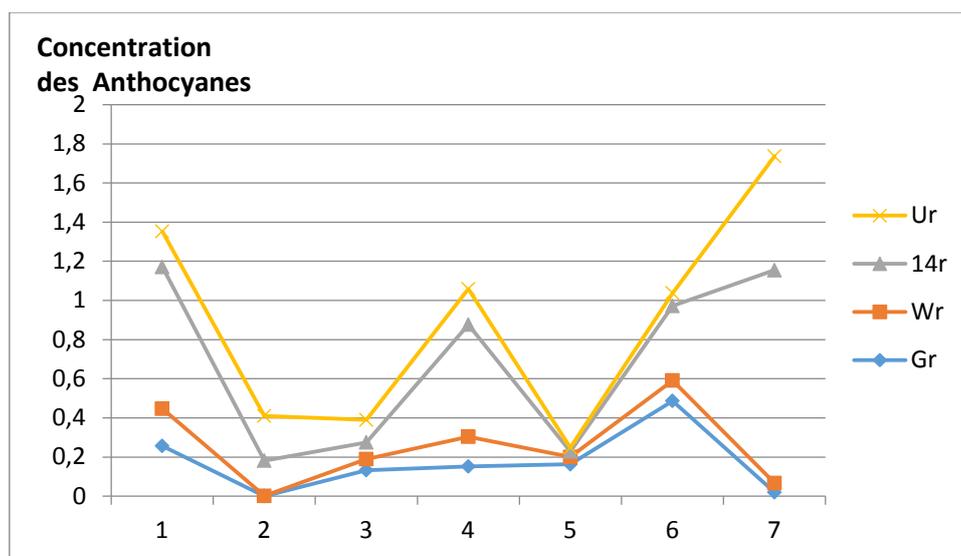


Fig. 25 : Caractérisation des groupements par la méthode Cluster analysis.

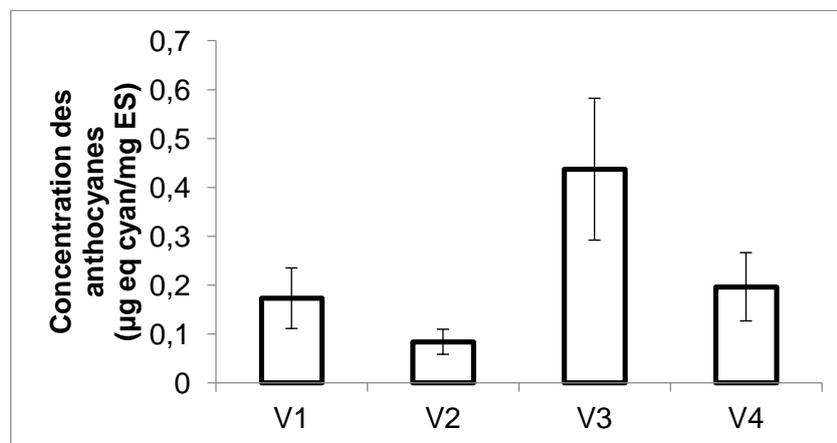
### 3.Évolution temporelle des métabolites secondaires durant la période d'étude

#### 3.1. Les Anthocyanes

Les la représentation graphique des résultats dans la figure .. montre que les les Anthocyanes sont en quantités plus élevés dans le verger non traité par rapport au vergers traités.



**Fig. 26 :** Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses d'anthocyanes dans les quatre vergers d'étude.



**Fig.27 :** Valeurs des concentrations d'anthocyanes exploités par un test ANOVA.

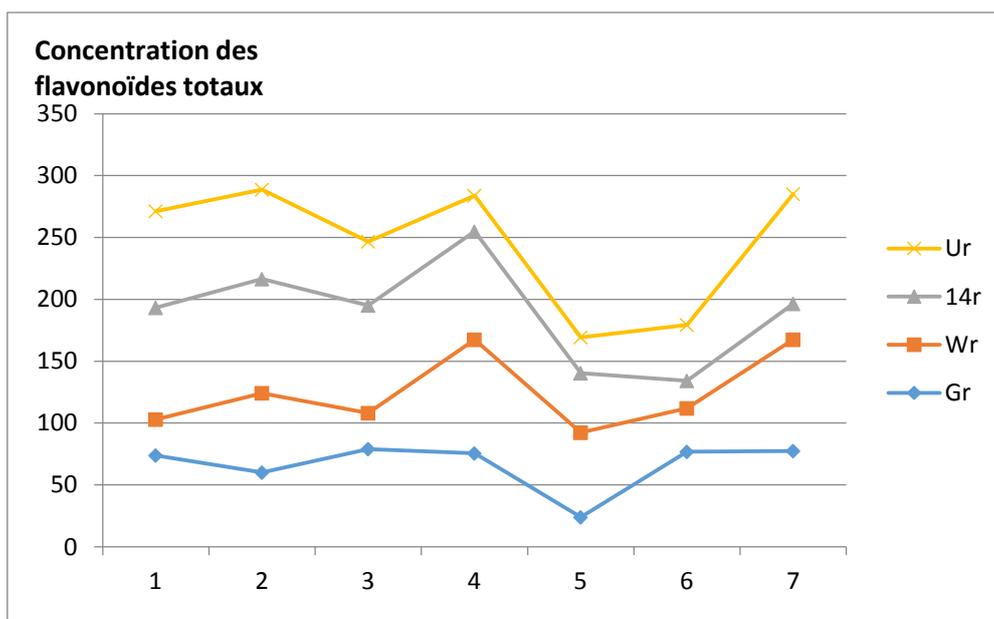
		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
CA	Inter- groupes	0,478	3	0,159	2,993	0,01
	Intra- groupes	1,278	24	0,053		
	Total	1,756	27			

**Tableau 10 :** Résultat des concentrations d’anthocyanes traité par un test ANOVA à un seul facteur.

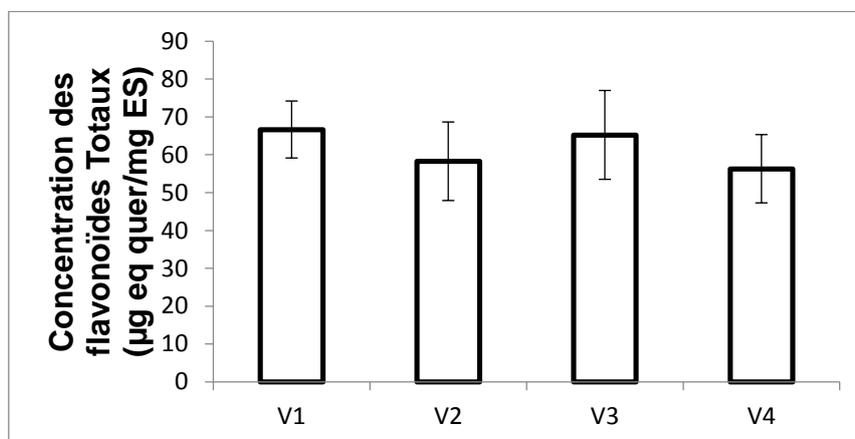
Le tableau montre que le test Anova révèle une différence significative entre les vergers d’étude avec une probabilité de 0.01%.

### 3.2. Les flavonoïdes totaux

Les mesures des doses de flavonoïdes totaux au cours des sept sorties sur terrain présentent une évolution constante observée dans les vergers : Univ Blida, 14R, et Wr, contrairement au verger Gadouri dont on a observé un déclin à partir du 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> sortie.



**Fig.28** : Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de flavonoïdes totaux dans les quatre vergers d'étude.



**Fig. 29** : Valeurs des concentrations flavonoïdes totaux exploités par un test ANOVA.

Le résultat du test ANOVA des différentes doses de flavonoïdes totaux révèle une différence non significative dans les quatre vergers d'étude. Les plus grandes valeurs sont enregistrées dans le verger non traité suivi par le verger 14r, contrairement aux vergers de wr et Gr où nous avons remarqué les plus petites doses.

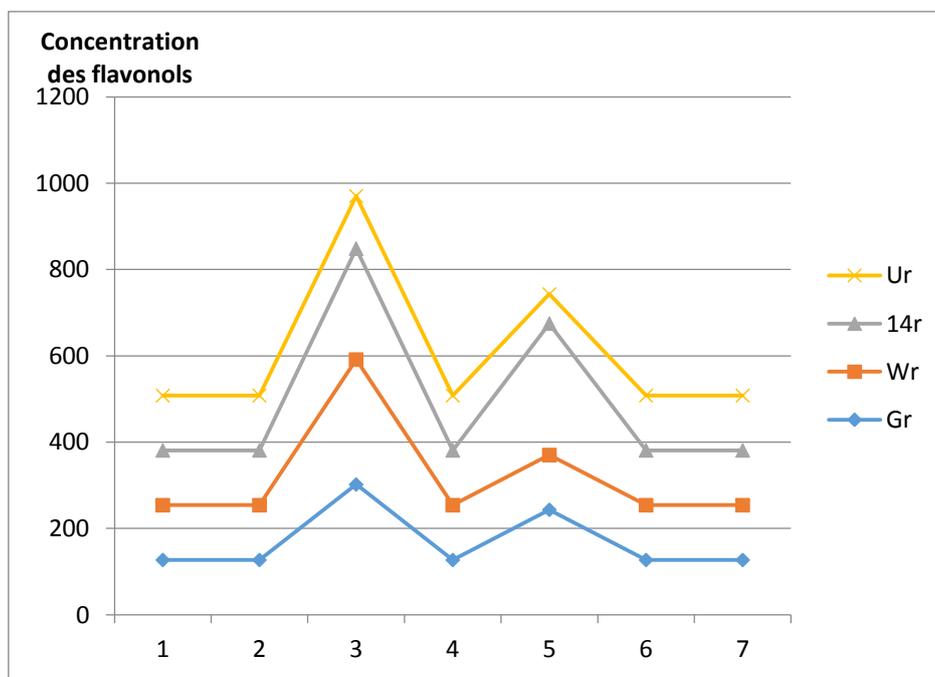
		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
CFT	Inter-groupes	546,291	3	182,097	,272	,845
	Intra-groupes	16091,571	24	670,482		
	Total	16637,862	27			

**Tableau 11** : Résultat des concentrations flavonoïdes totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur.

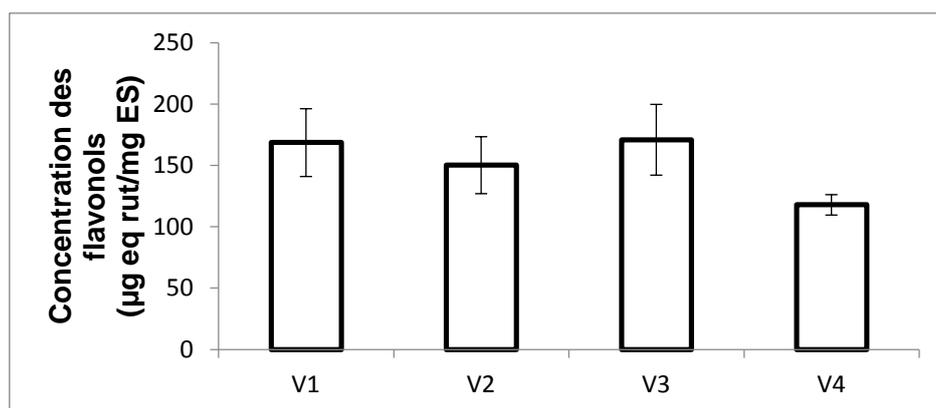
Le tableau n : montre qu'il n'y a aucune différence entre la concentration des flavonoïdes totaux dans les quatre vergers.

### 3.3. Les flavonols

Le gradient d'évolution des doses des flavonols est constant dans les quatre vergers d'étude, contrairement aux valeurs des doses du 3<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> sortie.



**Fig. 30** : Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de flavonols dans les quatre vergers d'étude.



**Fig. 31** : Valeurs des concentrations flavonols exploités par un test ANOVA.

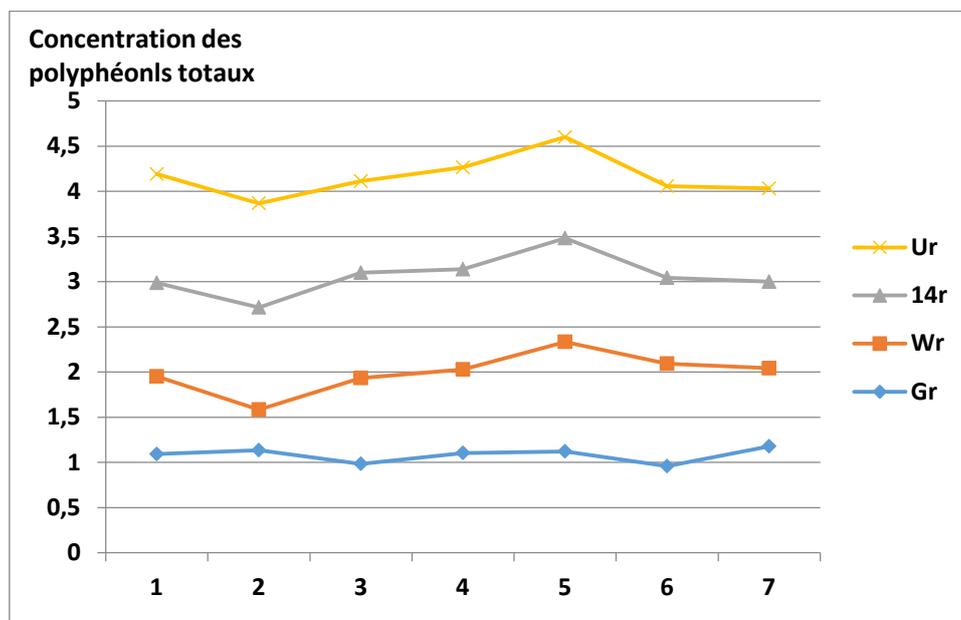
		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
CF	Inter-groupes	12603,795	3	4201,265	1,091	,372
	Intra-groupes	92449,107	24	3852,046		
	Total	105052,902	27			

**Tableau 12** : Résultat des concentrations de flavonols traité par un test ANOVA à un seul facteur.

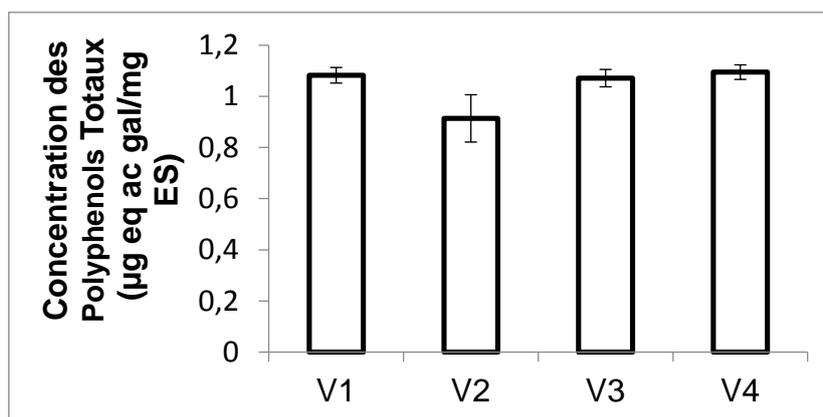
Le tableau montre qu'il n'y a aucune différence entre la concentration des flavonols dans les quatre vergers d'étude.

### 3.4. Les polyphénols totaux

Les résultats des concentrations des polyphénols totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur révèlent une différence significative entre les quatre vergers d'étude, le verger non traité UR présente les plus grandes valeurs au cours de toutes sorties, suivi par le verger 14r, wr, et le verger Gr dont on a observé les valeurs les plus bases.



**Fig. 32 :** Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de polyphénols totaux dans les quatre vergers d'étude.



**Fig.33 :** Valeurs des concentrations polyphénols totaux exploités par un test ANOVA.

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
CPT	Inter- groupes	,152	3	,051	2,525	,02
	Intra- groupes	,481	24	,020		
	Total	,633	27			

**Tableau 13** : Résultat des concentrations de polyphénols totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur.

Les résultats des concentrations des polyphénols totaux traité par un test ANOVA à un seul facteur révèlent une différence significative entre les quatre vergers d'étude, avec une probabilité de 0,02%.

### 3.5. Les Tanins

La figure montre que les valeurs des doses des tanins sont les plus représentés dans le verger non traité par rapport aux trois autres vergers traités.

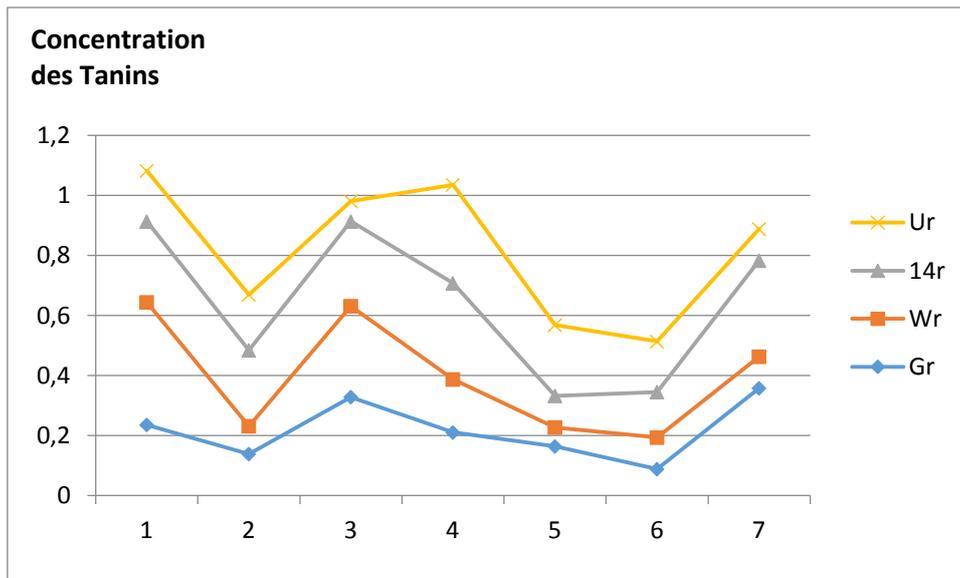


Fig. 34 : Représentation graphique de l'évolution temporelle des doses de tanins dans les quatre vergers d'étude.

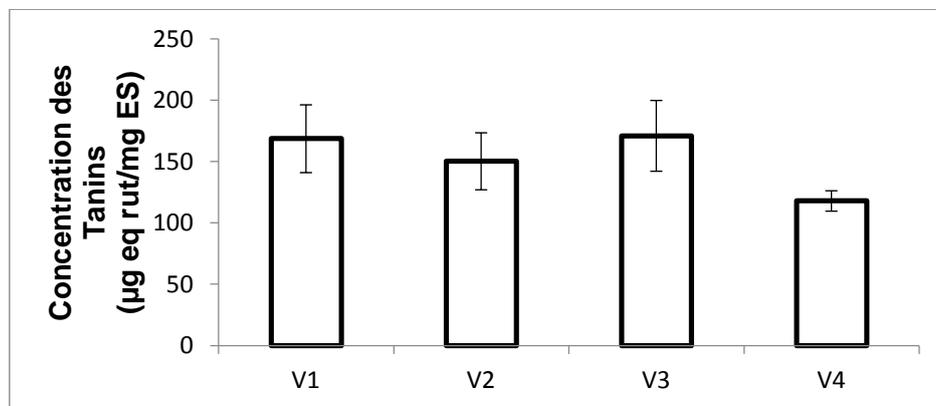


Fig. 35 : Valeurs des concentrations tanins exploités par un test ANOVA.

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
CT	Inter-groupes	12603,795	3	4201,265	1,091	,372
	Intra-groupes	92449,107	24	3852,046		
	Total	105052,902	27			

**Tableau 14** : Résultat des concentrations de tanin traité par un test ANOVA à un seul facteur.

Il n y a pas de différence entre la concentration des différents métabolites secondaires dans les quatre vergers, contrairement aux pt et ca la différence est significative c'est-à-dire qu'il y a une différence significative entre la concentration de CA et les PT dans les 4 vergers avec des valeurs de 0,01 et 0.02.

	Relevé 1 04/02- 06/02				Relevé 2 19/02- 21/02				Relevé 3 04/03- 06/03				Relevé 4 13/03- 15/03				Relevé 5 05/04- 07/04				Relevé 6 16/04- 18/04				Relevé 7 30/04- 02/05			
	V n,t	V G	V 14	V W																								
<i>Aphelinidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dialleurodes c.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Aphelinus mali</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Aphidus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
<i>Aphis sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	0	0	0	0	0	6	5	0	2
<i>Aphytis</i>	0	0	2	0	4	0	0	0	5	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	28	7
<i>Alloxysta sp</i>	0	0	1	11	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	23	2	5	0	0	0	0	0	10	0	29	
<i>Ceraphronidea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysoperla carnea</i>	1	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Coleoptera sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynipoidea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cicadelidae</i>	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dendrocerus laticeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Diptera sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipter sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipter sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drosophilla sp</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyrtidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eulophidae sp</i>	0	1	6	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	18
<i>Hemiptera sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ichneumonnoidea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litus spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mytaphucus flavus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nematocera sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pezothrips</i>	6	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	2



### DISCUSSION GENERALE

L'étude entomologique dans quatre vergers d'agrumes de la région de Mitidja au cours de la période d'étude de l'année 2018 a permis de répertorier 38 espèces d'insectes répartis inégalement dans l'espace exploité. En effet pour compléter les informations liées à la répartition hétérogène des communautés entomologiques d'intérêt associées aux citrus (auxiliaires et ravageurs), nous avons jugé utile de réaliser un certain nombre de dosages de métabolites secondaires. Il convient donc de considérer cette étude comme un test préliminaire qui met en lien les fluctuations des populations entomologiques auxiliaires et ravageuses et les concentrations éléments marqueurs des réponses physiologiques des arbres de citrus.

La plupart des espèces entomologiques sont en commun au niveau des quatre vergers étudiés. Par ailleurs, la diversité et l'abondance des espèces dans la station non traitée est plus importante et nous avons remarqué un certain équilibre entre les ravageurs et les auxiliaires (en effectifs équilibrés) contrairement à la station traitée où les ravageurs prédominent par rapport aux auxiliaires (effectifs des ravageurs plus élevés). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les quatre stations, dans les stations traitées (La station de l'oued, La station Gadouri, station Larbaatache 14) les ravageurs sont plus diversifiés que les auxiliaires contrairement à la station non traitée (UNIV de Blida).

En effet, nous notons que les espèces de la famille des Coccinellidae suivies respectivement par la famille *Eulophidae*, et les *Aphelinidae* sont des espèces susceptibles d'être utilisées en lutte biologique.

D'après DAJOZ (2002), les Coléoptères constituent parmi les insectes les plus abondants et les plus riches en espèces dont selon CHATENET (1990); plus de 400.000 espèces sont décrites. Egalement, il est important de signaler la diversité de leurs formes, leurs riches couleurs AUBERT (1999); KROMP (1999) et FLOATE et al (1990). Ainsi que la facilité de leur récolte et de leur conservation (PERRIER, 1927 ; BARNEY et al, 1986).

Les Hyménoptères parasitoïdes sont nettement le groupe d'organisme le plus important en lutte biologique et il est responsable de la majorité des succès tant du point de vue économique qu'environnemental (LaSalle 1993). D'après PESTIMAL-SAINSAUVEUR

(1978), l'ordre des Hyménoptères, en groupant 280.000 espèces, est quantitativement classé le deuxième après les Coléoptères (Arnett 1985).

Les Hyménoptères parasitoïdes sont souvent présents en faible densité de population dans l'environnement pollué. On pense que ces bas niveaux de population sont dus d'une part au fait que la plupart des Hyménoptères parasitoïdes sont relativement spécialisés et qu'ils agissent sur les populations de leurs hôtes d'une manière dépendante de la densité. En écologie, on qualifie de dépendant de la densité un facteur de mortalité qui augmente avec les populations de proies ou d'hôtes et qui inversement diminue lorsque ces populations diminuent. En conséquence, les niveaux d'équilibre des hôtes et des parasitoïdes sont relativement bas. Le fait que beaucoup d'espèces d'Hyménoptères parasitoïdes soient présentes en basse densité les rends susceptibles aux perturbations environnementales (LaSalle 1993). Or, parmi ces perturbations, plusieurs sont directement reliées aux activités humaines.

L'utilisation des pesticides est évidemment mise en cause mais la présence accrue de poussières dans les zones agricoles ou forestières peut diminuer le niveau de parasitisme (Rose *et* DeBach 1990).

Dans notre cas d'études nous avons enregistré l'utilisation d'une gamme de produits phytosanitaires insecticides à large spectre d'activité à savoir : Néonicotinoïde, Organophosphorés, Organocuprique, Avermectines, Benzoylurées

L'évolution des insectes et leur diversité au cours du temps du mois d'Janvier (2018) au mois de mai (2018) varie d'un mois à l'autre.

L'activité temporelle des insectes est relativement faible durant la période hivernale durant laquelle la diversité des espèces baissent considérablement ; l'évolution de la richesse spécifique pendant l'hiver peut être expliquée par les conditions climatiques qui font entrer la majorité des insectes en diapause en effet d'après COULSON (1979 in SCHOWALTER, 2006) les mauvaises conditions d'hiver affectent l'abondance des insectes. De même LANDIN (1961) et HANSKI (1991) ont noté que la composition des communautés est en relation avec les changements de température et d'humidité des différentes saisons.

L'activité des insectes et leurs abondances augmentent progressivement, pendant la période printanière et estivale pour atteindre leur maximum au mois de mai et de juin, ceci coïncide avec la belle saison, où les températures sont favorables au développement de la

plupart des insectes. Ceci a été également montré par plusieurs auteurs: CHABOUSSOU(1975) KINGSTON (1977); RIDSDILLSMITH et Hall (1984) ; MACQUEEN et al (1986); et FRANCISCO et al (2004) in GUETTALA-FRAH (2009), et qui ont tous noté que l'activité et le développement des insectes sont maximales au printemps et en été affectant leur développement et leur activité. Ceci étant confirmé par les résultats d'analyse de DETRENDED ANALYSIS qui montre que les plus importants groupements sont observés durant les mois d'avril et de mai, avec la présence d'espèces appartenant aux deux groupes trophiques à savoir les phytophages et les auxiliaires.

L'abondance des insectes commence à régresser en automne. Ceci expliquerait que l'évolution de l'activité temporelle des insectes coïncide considérablement avec les différents stades phénologiques de la plante et que l'évolution des insectes est en étroite relation avec l'espèce hôte donc à la disponibilité de la ressource alimentaire et la variabilité de la qualité des ressources alimentaire qui d'après HUGHES et WALKER (1970); elles déterminent le développement des insectes.

Différents facteurs influencent les agrégations des arthropodes ou des peuplements d'arthropodes: La distribution des différents habitats SOTHERTON, (1984), Le microclimat HONEK, (1998) ou encore la présence de proies (BOHAN et al, 2000). Pour notre cas, nous supposons la ressource trophique comme facteur expliquant ces variations spatiales. Ainsi donc, nous signalons que la plupart des insectes préfèrent s'installer au niveau des différentes espèces végétales de la strate herbacée. N'DOYE (1975) a noté l'abondance des Hyménoptères Chalcidoidea au niveau de la strate herbacée qui révèlent leur appartenance préférentielle au milieu herbacé.

DAJOZ (1971), explique que la discontinuité et la variabilité du milieu naturel constituent un facteur limitatif essentiel de pullulation des organismes.

Selon DAJOZ, (1985), les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en modifiant leurs taux de fécondité et de mortalité ainsi que sur les cycles de développement et par la suite sur les densités des populations. De son côté SCHVESTER [82 in 83], confirme que la plante hôte intervient comme un véritable facteur écologique dont l'action se superpose à celle des facteurs climatiques.

L'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasites (BROWN et al 1979;

TILMAN, 1997). D'après BARBAULT (1981); la diversité spécifique des plantes peut être par elle-même une cause importante de la diversité de certains peuplements d'insectes.

L'hétérogénéité des paysages agricoles joue un rôle important dans la dynamique de la biodiversité. Elle favorise la richesse spécifique et l'abondance pour les communautés d'espèces mobiles notamment, elle renforce le service écologique de régulation biologique en permettant d'augmenter la richesse en insectes auxiliaires. Les espèces les plus affectées par les modifications d'hétérogénéité sont les espèces mobiles, spécialistes, et celles dont l'échelle de perception est voisine de celle du grain du paysage. Les éléments semi-naturels sont des constituants importants de cette hétérogénéité, et parmi eux les bords de champs jouent un rôle clé pour la biodiversité. Leur composition et leur gestion déterminent leur qualité d'habitat pour la flore ou la faune.

Dans un programme de lutte biologique contre un ravageur, la meilleure connaissance de l'étroite relation qui existe entre la taille, la disposition dans l'espace et la distance de l'habitat et la culture ; est déterminante de son intérêt pour la culture en place. (TSCHARNTKE et BRANDL, 2004). Dans autre contexte les auxiliaires peuvent coloniser un habitat, mais leur utilité dans la lutte contre les ravageurs dépendra de leur capacité de dispersion dans ce biotope (TSCHARNTKE et al., 2007). Selon THIES et al. (2003) un moyen de lutte biologique devient inefficace si la taille de l'habitat est estimée à moins de 20% de la surface non agricole. (EYRE et al., 2011) signalent que plusieurs espèces d'auxiliaires peuvent être affectées par des distances séparant les habitats et plus cette distance est importante entre habitats, la diversité et les effectifs des auxiliaires diminuent (HAUSAMMANN, 1996). Cependant, plusieurs travaux ont révélé la difficulté de déterminer cette distance idéale de dispersion et d'alimentation des auxiliaires. Certains auteurs ont mis la relation de difficulté de faisabilité de ces expériences (marquage-recapture) avec la petite taille, la forte mobilité, et le nombre important des individus d'espèces étudiés (SCHMIDT et al., 2004) ou par des relations tri-trophiques (plante/ravageur/auxiliaire) difficiles à mettre en évidence (TSCHARNTKE et BRANDL, 2004). L'exploration des zones est plus large dans le cas des espèces auxiliaires généralistes comparativement aux espèces spécialisées (BARBERI et al., 2010 ; TSCHARNTKE et al., 2007). BIANCHI et WÄCKERS (2008) soulignent qu'un nombre plus important de parasitoïdes conduit à un meilleur contrôle des ravageurs des cultures qui sont plus fréquents à une petite distance d'une bande fleurie. De même plusieurs études ont montré qu'en fonction de la composition et la structure l'étendu de l'influence peut avoisiner les 300 mètres autour d'un habitat (PETIT et al., 2011). Par ailleurs, des espèces de

Tachinaires (famille de diptère parasitoïde) peuvent progresser sur des biotopes de 125 jusqu'à 400 mètres (ROLAND et TAYLOR, 1997) alors que les chrysopes préfèrent les milieux restreints (VILLENAVE, 2006).

Selon plusieurs auteurs, les auxiliaires généralistes possèdent des capacités de dispersion élevées leur permettant d'échapper temporairement à des milieux perturbés contaminés par des molécules xénobiotiques toxiques; ces espèces peuvent exister dans différents habitats naturels, semi-naturels et cultivés d'où leur intérêt dans la lutte biologique même dans des situations difficiles (TSCHARNTKE et al., 2007).

Une étude réalisée par BENOUFELLA-KITOUS *et al* (2014) sur les aphides et de leurs ennemis naturels dans un verger d'agrumes a révélé la présence de 8 espèces prédatrices appartenant à 4 familles. Parmi elles, la famille des Coccinellidae semble être la plus représentée avec quatre espèces, suivie par celle des Syrphidae avec deux espèces, puis des Anthocoridae et des Chrysopidae avec une espèce chacune. Nos résultats concordent avec ceux de ROCHAT *et al.* (1995) et KITOUS et LADDAOUI (1998), qui en travaillant sur les aphides des agrumes, ont recensé respectivement 13 et 10 espèces aphidiphages, réparties en quatre ordres : Coleoptera, Heteroptera, Diptera et Neuroptera. En Mitidja, sur la même culture, AROUN (1985) a cité les syrphes, les coccinelles et les chrysopes. BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008c, 2008d) notent la présence en verger de Citrus des Anthocoridae, des Syrphidae des Chrysopidae et des Coccinellidae, avec la prédominance de ces dernières (BENOUFELLA-KITOUS, 2014).

L'utilisation des parasitoïdes en lutte biologique offre plusieurs avantages. Ainsi on considère que les parasitoïdes ont une bonne capacité de dispersion et de découverte de l'hôte, ont une bonne capacité à s'établir dans un habitat donné, sont très sécuritaires pour la santé humaine et ont une grande spécificité d'hôte, donc posent peu de risques aux organismes non-visés (Cloutier et Cloutier 1992).

L'étude des résultats de l'inventaire effectué dans les vergers d'agrumes a permis de décrire la succession des captures d'insectes auxiliaires dans le temps et l'espace, et de mettre en lien leur répartition dans l'espace et en fonction des réponses métaboliques de la plante cultivée.

La succession peut être liée à la stratégie des insectes à pouvoir s'échapper des prédateurs.

Les premières espèces qui s'installent dans un nouveau milieu sont susceptibles de provenir des écosystèmes avoisinants et dépendent des propriétés intrinsèques des espèces elles-mêmes y compris leur capacité de dispersion et leur potentiel reproducteur (CHAPOT et DELUCCHI, 1964).

### **Phytochimie**

Les métabolites secondaires sont un groupe de molécules qui interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (JUDD et al ; 2002).

D'après l'étude phytochimique menée sur les feuilles venant de des différentes stations d'étude, nous avons pu déterminer la présence de plusieurs molécules bioactives à des quantités différentes.

Les feuilles des Citrus sont très riches en flavonoles, en flavonoïdes totaux, et en polyphénols totaux, moyennement riches en anthocyanes, et en tanins. Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires [Erlund, 2004]. Ils constituent les pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux [Havsteen, 2002]. Les flavonoïdes sont rencontrés dans les fruits et les légumes, le thé et le café. Les flavonoïdes sont retrouvés également dans plusieurs plantes médicinales, des remèdes utilisés en médecine traditionnelle dans le monde [Di Carlo et al, 1999]. Les flavonoïdes présentent plusieurs activités biologiques, dont l'activité la mieux décrite est leur activité antioxydante [Bors et al, 1997 ; Montoro et al, 2005] et leur capacité à piéger les radicaux libres.

Les résultats obtenus dans le présent travail montrent que les types des composés chimiques présents dans les feuilles de citrus sont très proches à ceux trouvés par plusieurs auteurs qui ont travaillé sur la même plante.

Les résultats de notre présente étude expliquent probablement la réaction de la plante de citrus par des différents composants chimiques existant dans cette plantes comme les anthocyanes et les tanins. En effet, les citrus synthétisent de nombreux métabolites secondaires dotés de propriétés répulsives, anti-appétantes ou biocides à l'égard des herbivores (MamadouS.,1997). Au cours de leurs cycles biologiques les plantes réagissent aux bioagressions, elles se sont spécialisées dans la synthèse des métabolites secondaires à

## Chapitre IV : Résultats et Discussion

---

effets insecticides ou insectifuges. Certaines familles de végétaux métabolisent des alcaloïdes, souvent violemment toxiques, des acides ou des hétérosides ou encore des molécules aromatiques comme certains alcools: phénols, cétones, aldéhydes, et terpènes produits en permanence par des plantes aromatiques. Plusieurs de ces classes de molécules peuvent être présentes dans une même plante, et vont agir sur le comportement d'un grand nombre d'insectes phytophages par des processus de répulsion ou d'anti appétence (Bernays E.A. et Chapman R.F., 1994).

Les résultats préliminaires durant cette étude expliquent et confirment que la plante étudiée possède des capacités appréciées en réponses des bioagressions. D'une manière générale, nous avons rapporté une différence de concentration en anthocyanes et polyphenols totaux sur les quatre stations étudiées. Cette différence de réaction obtenue dans cette étude est expliquée probablement par la différence du rythme d'installation des bioagresseurs sous la pression des produits phytosanitaires employés.

## CONCLUSION GENERALE

---

### CONCLUSION GENERALE

En général, les termes, métabolites secondaires, xénobiotiques, facteurs antinutritionnels, sont utilisés pour déterminer ce groupe, il existe plus de 200.000 composés connus qui ont des effets antinutritionnels et toxiques.

Dans le présent travail mené sur les feuilles de *Lawsonia inermis* L., nous nous sommes intéressés à évaluer :

- La composition phytochimique des feuilles des citrus.
- L'inventaire de différentes espèces entomologiques associées aux citrus dans quatre stations d'étude.

De point de vue dosage des groupements chimiques, il s'est avéré que les feuilles des citrus sont très riches en flavonoïdes totaux et en polyphénols totaux, moyennement riches en tanins et en flavonols, plus ou moins riches en anthocyanes

Une série de dosage a été réalisée sur les feuilles des citrus à l'aide des méthodes de Yermakov et al. (2004), le protocole Singleton et Rossi (1965), la méthode colorimétrique décrite par Kim et al. (2003). méthode colorimétrique Folin-Denis, décrite par Joslyn (1970), et la méthode de décoloration proposée par Jur (1967).

L'évolution des quantités de ces métabolites secondaires présente une variabilité en fonction du temps, L'analyse statistique par la méthode ANOVA a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre la concentration des différents métabolites secondaires dans les quatre vergers, contrairement aux anthocyanes, et aux polyphénols totaux dont on a enregistré une différence significative entre les concentrations dans les 4 vergers avec une probabilité associée de 0,01 et 0,02

Les résultats confirment l'hypothèse mettant en évidence que tous les arbres ont réagi au moins sur une seule installation des populations de bioagresseurs. Par ailleurs les groupements fournis par un Cluster analysis ont manifesté une affinité des espèces auxiliaires vis-à-vis le verger non traité et le verger situé à LARBBAATACHE avec des fortes teneurs en anthocyanes et en polyphénols totaux au cours du mois d'avril. Ces présents résultats confirment le pouvoir de réponse physiologique des citrus en absence des produits phytosanitaires.

## CONCLUSION GENERALE

---

Les résultats obtenus par la méthode Detrended analysis suivis par un Cluster analysis montrent le pouvoir de régulation de populations de ravageurs que possèdent les espèces auxiliaires, ce qui confirme le regroupement dans la 5<sup>ème</sup> 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> sortie dans les vergers de l'UNIV Blida et de Laarbatache des famille de : Eulophidae, aphelinidae, platigastridae, ceraphronidae, cinepoidae, trichogrammatidae, coccilenidae,

En fin, l'ensemble de ces résultats obtenus ne constituent qu'une première étape dans la recherche des substances naturelles biologiquement actives, dans les feuilles des citrus, et la bonne gestion phytosanitaire de cette culture.

Notre présent travail basé sur la meilleure connaissance des biotopes de citrus, mène à une large perspective dans le contexte de la lutte biologique, pour ce là il serait intéressant de :

- Approfondir l'étude phytochimique aux autres composées.
- Evaluation des effets de nos extraits sur les insectes utiles et d'autres insectes nuisibles dans les vergers agrumicoles.

## Références bibliographiques

---

- **Anonyme, 2016.** Direction des services agricoles Tipasa
- **Anonyme, 2016.** Ministère de l'Agriculture et Développement Rural.
- **Anonyme, 2017.** Ministère de l'Agriculture et Développement Rural.
- **Anonyme, 2008.** Food and Agriculture Organisation of United Nations. Division de la statistique (FAOSTAT). 3P.
- **Anonyme, 2008.** Food and Agriculture Organisation of United Nations. Division de la statistique (FAOSTAT). 3P.
- **Arnett, R. H. 1985.** American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 850 pp.
- **Aroun M.E.F., 1985.** Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja. Mém. Magister. I.N.A. El Harrach, 125 p.
- **Aubert, L.1999.** Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.
- **BAGNOULS F. ET GAUSSEN H., 1953.** " Saison sèche et indice xérothermique", Bull.Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88, 193-239.
- **Barbault, R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris, 200 p.
- **Barberi, P., Burgio, G., Dinelli, G., Moonen, A.C., Otto, S., Vazzana, C. et Zanin, G., 2010.** Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationship between weeds and arthropods fauna. Weed research. N°50. p. 388-401.
- **Barney, R. J. et Pass, B. C., 1986.** Ground beetle (Coleoptera- carabidae) population in Kentucky alfalfa and influence of tillage. J. Econ. Entomol. 79: 511- 517.
- **Benoufella-Kitous K., Doumandji-Mitiche B., Saharaoui L., 2008 a.** Les prédateurs des pucerons des Citrus à Tizi-Ouzou. Congrès International sur la Biodiversité des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers, 14-17 avril 2008, Institut National Agronomique (I.N.A.) El Harrach, Alger.
- **Benoufella-Kitous K., Doumandji-Mitiche B., Saharaoui L., 2008 b.** Les insectes aphidiphages en vergers d'agrumes. Séminaire National sur les interactions Faune-Flore et impact des changements globaux dans les espaces naturels et anthropisés, 2-3 décembre 2008, Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université de Blida.
- **Bernays E.A. et Chapman R.F., (1994).** Host-plant selection by phytophagous insects. Contemporary topics in entomology; 2, New York: Chapman & Hall, 1994.

## Références bibliographiques

---

- **Bianchi, F. et Wäckers, F.L., 2008.** Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological control*. N°3. Vol. 46. p. 400-408.
- **Bohan, D. A., Bohan, A. C., Glend, M., Symondson, W.O.C., Wiltshire, C.W. et Hughes, L., 2000.** Spatial dynamics of predation by carabid beetles on Slugs. *Journal of Animal Ecology* 69: 367-379.
- **Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 915 p.
- **Chaboussou F., 1975.** Les facteurs culturels dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro, Bordeaux*, 39 p.
- **Chapot H. et Delucchi V.L., 1964** - Les maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. *Inst. Nat. Rech. Agro., Rabat*, 339 p.
- **Chatenet, G., 1990.** Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. DELACHAUX et NIESTLE, Paris, 479 p.
- **CIBA-GEIGY**, La protection phytosanitaire des agrumes en Algérie
- **Coulson (1979) in Schowalter, T. D., 2006.** *Insect Ecology. An ecosystem approach.* Second edition. Copyrighted Material. Elsevier's Science and Technology right. Department in Oxford. 572 p.
- **DAJOZ, R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- **Dajoz, R., 2002.** Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. LAVOISIER, Tec et DOC., 522 p.
- **DAJOZ, R., 1985.** Précis d'écologie. 5eme édition Dunod Université, Paris, 505 p.
- **DeBach, P. et Rosen D., 1991.** *Biological Control by Natural Enemies.* Cambridge University Press, New York
- **Eyre, M.D., Labanowska-Bury, D., White, R. et Leifert, C., 2011.** Relationships between beneficial invertebrates, field margin vegetation, and thrip damage in organic leek fields in eastern England. *Organic Agriculture*. n°1. p. 45-54.
- **Floate, K. D., Doane, J. F. et Gillott, C., 1990.** Carabid predators of the wheat midge (*Diptera- Cecidomyiidae*) in Saskatchewan. *Environ. Entomol.* 19: 1503-1511.
- **Guignard, J.-L. (1996).** *Biochimie végétale.* Masson, Paris, 255 p..
- **H. Chapot et J. Cassin Mai 1961.** MALADIES ET TROUBLES DIVERS AFFECTANT LES CITRUS 128p

## Références bibliographiques

---

- **Hanski, I., 1991.** The dung insect community. In: Hanski, I., Cambefort, Y. (Eds.), *Dung's Beetle Ecology*. Princeton University press, Princeton, NJ, 481 p.
- **Hausammann, A., 1996.** The effects of sown weed strips on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *Plant Diseases and Protection* n°103. p. 70-81.
- **HONEK, A. (1998).** The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Ecobiologia* 32: 233- 242.
- **Hughes, R. D. et Walker, J., 1970.** The role of food in the population dynamics of the Australian bush flies. In: Watson, A. (Ed.), *Animal populations in Relation to their Food Resources*. Blackwell, Oxford, 336 p.
- **JACQUEMEND. C., et BLONDEL, L, 1986:** Contribution a l'étude des portegreffes des agrumes. *Le Poncirus trifoliata* : 41p.
- **Joslyn MA.** A serie of monography. Food. Sci. techn. Second Edition Board. 1970. In: Bessas A, Benmoussa L, Kerarma M. Dosage biochimique des polyphenols dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien. Mémoire d'ingénieur en biologie. Université Djillali Liabes. Sidi belabbas. Algérie. 2008. 137p
- **Jur A.** Polyphenolics. *Am. J. chem.*1967. 3 :36-42. In: Bessas A, Benmoussa L, Kerarma M. Dosage biochimique des polyphenols dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire d'ingénieur en biologie. Université Djillali Liabes. Sidi belabbas.2008. 137p
- **Kim DO, Chun OK, Kim YJ, Moon HY, Lee CY.** Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2003. 51(22):6509-6515.
- **Kitous K., Laddaoui L., 1998** - Inventaire des pucerons et étude des fluctuations de *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1871 (Homoptera, Aphididae) dans un verger d'Agrumes à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou).Mém. Ing. Inst. Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 148 p.
- **Krief, S. (2003).** these ‘‘MÉTABOLITES SECONDAIRES DES PLANTES ET COMPORTEMENT ANIMAL ‘’, 346p.
- **Kromp, B., 1999.** Carabid beetles in Sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosystem. Environ.* 74: 187-228.

## Références bibliographiques

---

- **Landin, B. O., 1961.** Ecological studies of dung beetles. Opusc. Entomol. Suppl. 19: 1-228.
- **Larignon P. (2009a).** Le point sur les maladies du bois : symptomatologie, cycles biologiques, influence des facteurs environnementaux, bilan des recherches et perspectives), Matinées Techniques du BIVB : Mieux comprendre les maladies du bois, pp. 1-30.
- **LaSalle J (1993)** Hymenoptera, biodiversity In Lasalle J, Gauld ID (éd) Hymenoptera, and biodiversity. p. 197-215, CAB International, Wallingford.
- **MACKEE, H, S., 1985 :** Les plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie. Supplément a la Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances (volumes hors-série). Museum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris, France.
- **Macqueen, A., Wallace, M. M. H. et Doube, B. M., 1986.** Seasonal changes in favorability of cattle dung in central Queensland for three species of dung inhabiting insects. Journal of the Australian Entomological Society 25: 23- 29.
- **Mamadou S., (1997).** Effet de l'extrait aqueux des feuilles de neem(*azadirachta indica* juss) sur la population de thrips et le rendement du niébe(*vigna unguiculata*) ,rapport de stage au senigale, P : 40.
- **MANNER, H.I., BUKER, R. S., EASTON SMITH, V & ELEVITH, CR., 2005:** Citrus species (Citrus), ver. 1, 1. In: CR Elevith (Ed) Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawaii, 31p.
- **MUTIN G., 1977.** "La Mitidja décolonisation et espèces géographiques", Ed. OPU, Alger, 607p.
- **N'Doye, M., 1975.** Répartition altitudinale d'une faune entomologique au-dessus d'une prairie. Cahier de L'ORSTOM, Série Biologie X: 35- 39.
- **Perrier, P., 1927.** La faune de la France illustrée- Coléoptères (première partie). Tome I. Ed. Delagrave, Paris, 192 p
- **PESSON, P., et LOUVEAUX, J., 1984 :** pollinisation et production végétales INRA, Paris.
- **Pestimal- Sainsauveur, R., 1978.** Comment faire une collection de papillons et autres insectes. Ed. GUY Authie, Paris, 172 p.
- **Pestimal- Sainsauveur, R., 1978.** Comment faire une collection de papillons et autres insectes. Ed. GUY Authie, Paris, 172 p.

## Références bibliographiques

---

- **Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N. et Reboud, X., 2011.** Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. N°31. p. 309- 317.
- **PRALORAN., 1971:** Les agrumes, techniques agricoles et production tropicales. Ed Maisonneuve et Larox, Paris, T.XXI et XXII, 665p.
- **PRALORAN., 1971:** Les agrumes, techniques agricoles et production tropicales. Ed Maisonneuve et Larox, Paris, T.XXI et XXII, 665p.
- **Ridsdill- Smith, T. J. and Hall, G. P., 1984.** Seasonal patterns of adult dung beetle activity in South- Western Australia. *Proc. 4 Th INT. Conf. Med. Ecosystems*. Perth 139- 140.
- **ROBERTO, C., 1982 :** Guide vert, des plantes médicinales. Solar, Ed. A Paris, pour la tradu.Fran, pp. 87-89.
- **Rochat J., Quilici S., Grisoni M., Lapchin L., Boll R., Franco E., Geria A.-M., Vinlaeberghemasutti F., Chavigny P., Brun P., Borelli J.-G., 1995 –** Dynamique des populations des pucerons des agrumes de l'île de la réunion. Ed. C.I.R.A.D., St Pierre, 25 p.
- **Roland, J. et Taylor, P.D., 1997.** Insect parasitoid species respond to forest structure at different spatial scales. *Nature*. n°386. p. 710–713.
- **SARAOUI, N. (2010).** Filière agrumicole en Algérie : développement et encadrement. *Revue Green Algérie*. N°31 janvier 2010, pp. 20,23.
- **Schmidt, M.H., Thies, C. et Tschardtke, T., 2004.** Landscape context of arthropod biological control. In: *Advices in habitat manipulation for arthropods*. Australie: CSIRO. 225 p. ISBN 0643090223.
- **Singleton VL, Rossi JA.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult*. 1965. 16:144-158.
- **Sotherton, N. W. 1984.** The distribution of predatory arthropods over wintering on farmland. *Annals of Applied Biology* 105: 423- 429.
- **Southwood T. R. E., Brown V.K. et Reader P.M., 1979 -** the relationships of plant and insect diversities in succession *Bioll J Linn Soc* 12 PP 327 – 348.
- **Thies, C., Steffan-Dewenter, I. et Tschardtke, T., 2003.** Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scale. *OIKOS*. n°101. p. 18-25.
- **Tilman, D., 1997.** The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*. 277: 1300- 1302.

## Références bibliographiques

---

- **Tscharntke, T. et brandl, R., 2004.** Plant-insect interactions in fragmented landscapes. Annual Review of Entomology. N°49. p. 405-430.
- **Tscharntke, T. et brandl, R., 2004.** Plant-insect interactions in fragmented landscapes. Annual Review of Entomology. N°49. p. 405-430.
- **Tscharntke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., Tylianakis, J.M., Van Nouhuys, S. et Vidal, S., 2007.** Reprint of “Conservation biological control enemy diversity on a landscape scale”. Biological control. n°43. p. 294-309.
- **Tscharntke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., Tylianakis, J.M., Van Nouhuys, S. et Vidal, S., 2007.** Reprint of “Conservation biological control enemy diversity on a landscape scale”. Biological control. N°43. p. 294 309.
- **Tscharntke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., Tylianakis, J.M., Van Nouhuys, S. et Vidal, S. 2007.** Reprint of “Conservation biological control enemy diversity on a landscape scale”. Biological control. n°43. p. 294-309.
- **Tyler, V.E., Brady, L.R., Robbers, J.E. (1981).** Pharmacognosy. Lea & Febiger, Philadelphia, 520 p.
- **Villenave, J., 2006.** Etude de la bioécologie des névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Doctorat: Institut National d’Horticulture. 241 p.
- **WALTER, A. & SAM, C., 2002:** Fruit of Oceania.( Trans., P. Ferrar frome Fruits d’Océanie.). ACIAR Monograph 85. Australian Centre of International Agricultural Research, Canberra, Australia.
- **WEBBER, 1948:** The Citrus Industry. University of California Press, 1028 et 933 P.
- **Yermakov AI, Arasimov VV, Yarosh NP.** Methods of biochemical analysis of plants. Agropromizdat. Leningrad. 1987. In: Miliauskasa G, Venskutonis PR, Van Beek TA. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food chemistry. 2004. 85:231-237.