



PROJET DE FIN D'ÉTUDES
PRESENTE EN VUE D'OBTENTION DU
DIPLOME DE MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES
GESTION ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

**Dynamique et caractérisation des populations
d'entomophages associés aux pucerons de grenadier dans
le Tadla**

Présenté par :

Aatif Faouzi

Encadré par :

Pr.S. Fakhour, Ingénieur en chef à l'INRABM

Pr.S.Rachiq, Enseignant-Chercheur de la FSTFES

Soutenu le : 20/06/2019, devant le jury composé de :

Pr.K.Derraz	Président,	FSTFES
Pr.S.Fakhour	Encadrant,	INRA
Pr.S.Rachiq	Encadrant,	FSTFES
Pr.F.Fadil	Examinatrice,	FSTFES
Pr.L.El Ghadraoui	Examineur,	FSTFES
Pr.F.Errachidi	Examineur,	FSTFES

Année Universitaire : 2018/2019

Dédicace

A nos très chers parents

Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer notre respect, notre considération, notre reconnaissance et l'amour éternel pour les sacrifices que vous avez consentis pour notre instruction et notre bien-être.

En ce jour nous espérons réaliser l'un de rêve.

Nous espérons ne jamais décevoir, ni trahir votre confiance.

Veillez trouver dans ce travail le fruit de votre dévouement et vos sacrifices ainsi que l'expression de notre gratitude et notre profond amour.

Que dieu tout puissant vous garde, vous procure sante, bonheur et longue vie pour que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vous enfants,

Que Dieu vous garde.

A nous frères et sœurs

Nous vous dédions ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent.

A notre encadrant et nos professeurs

Nous tenons à vous exprimer toute notre reconnaissance pour l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de diriger notre travail.

Nous tenons à vous exprimer notre respect pour vous efforts, et votre stratégie.

Nous tenons à vous exprimer notre profonde gratitude pour votre aide, votre bien vaillance et votre simplicité avec lesquelles vous nous accueillies.

A tous les étudiants de la filière Gestion et Conservation de la Biodiversité

Nous tenons à vous remercier pour votre collaboration et votre respect au cours de cette formation.

Aux membres de jury

Qu'ils trouvent à travers ce travail l'expression de notre respect.

Remerciements

Nous tenons à remercier Mr le Directeur de l'Institut national de la Recherche Agronomique (INRA), Mr le directeur des Domaines Agricoles (DA) qui ont accepté de nous recevoir au sein de leurs établissements, mes vifs remerciements à Mr Simohamed Ben Aamer, gérant de Domaine Beni Mellal Bio, Mr Youssef Oughris, Mme Wardi Salha, et Mlle Noura, qui nous a offert l'opportunité de réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nous vifs remerciements s'adressent particulièrement à Monsieur Samir Fakhour, Ingénieur en chef à l'Institut National de la Recherche Agronomique de Béni-Mellal, pour son engagement aussi sérieux pour diriger ce modeste travail, sa présence et son accompagnement, et pour ses recommandations et ses conseils, ceci durant toute la période de notre stage. Nous avons le grand honneur de travailler sous sa direction.

Mes remerciements à Monsieur, Saad Rachiq pour avoir relu et corrigé notre projet de fin d'étude. Ses conseils de rédaction ont été très précieux, et les conseils précieux qu'ils nous ont prodigués tout au long de la réalisation de ce projet.

Mes remerciements également à :

Mon binôme de stage au sein de l'Institut National de la Recherche Agronomique, Fatima Zahra Zelmatte pour les aides et l'accompagnement durant la période de stage.

Mes collègues, Siham El Atlas, Mohamed Khili et Fatima Yassine pour les soutiens.

Nous remercions sincèrement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant ces cinq années d'études, notamment les enseignants du département des sciences de la vie et de la terre.

Par la même occasion, il nous est agréable de remercier tous les membres du jury qui ont fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont apportés soutien et aide pour la réalisation de ce travail.

Résumé :

Les pucerons, en perturbant les écosystèmes naturels, forestiers ou agricoles, peuvent engendrer d'importants dommages écologiques et économiques. Afin de minimiser ces dégâts, les agriculteurs appliquent une grande quantité d'insecticides conventionnels, toxiques. L'inefficacité de la plupart des pesticides chimiques dus au développement de la résistance chez les ravageurs à combattre et les risques qu'ils présentent sur l'environnement et la santé du producteur et du consommateur. Reflète l'intérêt croissant pour des mesures biologiques. Lorsque l'organisme vivant utilisé en tant qu'auxiliaire contre l'insecte ravageur est un animal, (majoritairement des insectes), on parle de lutte biologique par entomophages. En tant qu'auxiliaires est un des moyens de lutter efficacement contre les pucerons tout en réduisant l'utilisation de produits phytosanitaires. On différencie alors deux grands groupes d'ennemis naturels chez ces animaux, les prédateurs et les parasitoïdes peuvent contrôler les populations de pucerons.

Plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations de pucerons, principalement les coccinelles, les cécidomyies, les syrphes, les chrysopes et les parasitoïdes en générale. A ce titre une étude de l'évolution de la dynamique des entomophages associés aux pucerons en verges de grenadier est très nécessaire dans un but d'abord de préservation et d'être employés dans des programmes de lutte biologique ultérieur

Mots clés : Entomophage, autochtones, pucerons, insecticides conventionnels, lutte biologique, entomophages, auxiliaire.

Summary:

Aphids, by disrupting natural, forest or agricultural ecosystems, can cause significant ecological and economic damage. To minimize this damage, farmers apply a large amount of conventional, toxic insecticides. The ineffectiveness of most chemical pesticides due to the development of resistance in the pests to be controlled and the risks they pose to the environment and the health of the producer and the consumer. Reflects the growing interest in biological measures. When the living organism used as an auxiliary against the insect pest is an animal, (mostly insects), we speak of biological control by entomophages. As aids is one of the ways to effectively fight against aphids while reducing the use of plant protection products. Two large groups of natural enemies are distinguished in these animals, and predators and parasitoids can control aphid populations.

Several families of predatory and parasitoid insects can control aphid populations, mainly ladybugs, midges, hoverflies, lacewings and parasitoids in general. As such, a study of the evolution of entomophagous dynamics associated with aphids in pomegranate yards is very necessary for the purpose of preservation first and to be used in subsequent biological control programs.

Key words: Aphids, conventional insecticides, biological control, entomophagous, auxiliary.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Introduction générale :	2
-------------------------	---

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I GÉNÉRALITÉS SUR LA CULTURE DE GRENADIER

I Généralités sur la culture de grenadier.	5
--	---

Table des matières

Introduction.....	6
I.1-- Description du grenadier	Erreur ! Signet non défini.
Nomenclature :	Erreur ! Signet non défini.
I.2-- Classification	Erreur ! Signet non défini.
I.3-- Arbre de grenadier :.....	7
<u>I. Culture du grenadier au Maroc</u>	12
II-- Généralités sur les pucerons :.....	17
II.1-- Description systématique	17
II.2-- Caractéristiques morphologiques des aphides	18
II.4--Caractéristiques bioécologiques des pucerons	19
II.5-- Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons II--5..1	
Facteurs abiotiques	22
☞ Températures	22
☞ Précipitations	23
☞ Durée d'insolat	23
☐ Humidité de l'air.....	23
☞ Facteurs de régulation	25
II--6 Pucerons inféodés à la grenade :	25
II—7 Rôle de la plante hôte.....	27
II—8 Les dégâts des aphides.....	27

<u>II—10 Lutte contre les pucerons</u>	<u>36</u>
II—10.6 Lutte biologique.....	37
<u>II—11 Rôle des ennemis naturels.....</u>	<u>39</u>
<u>II—11.1 Insectes auxiliaires du puceron : Prédateurs et parasitoïdes</u>	<u>40</u>
Prédateurs :.....	40
Coccinelles :	40
Chrysopes :.....	42
Syrphes :.....	44
Cécidomyie :	46
☐ Les parasitoïdes.....	47
<u>III-- Matériel et méthodes.....</u>	<u>52</u>
III--1 Description générale de la zone d'étude.....	52
<u>III--2 Matériel et méthodes.....</u>	<u>53</u>
<u>V-- Résultats.....</u>	<u>61</u>
<u>IV—1 Evolution de la dynamique des entomophages prédateurs associés aux pucerons</u>	<u>61</u>
<u>1.Examen de l'évolution des entomophages prédateurs associés aux pucerons en fonction de temps et de climat (température et précipitations) :</u>	<u>65</u>
<u>IV—2 Entomophage parasitoïdes associés aux pucerons</u>	<u>73</u>
<u>IV—3 Analyse statistique d'entomophages associés aux populations de pucerons :</u>	<u>80</u>
Analyse statistique de la coccinelle :.....	80
Analyse statistique de la cécidomyie :	80
Les parasitoïdes :	81
<u>Conclusion générale</u>	<u>84</u>
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</u>	<u>86</u>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification phylogénétique APGI du grenadier.

Tableau 2 : Classification phylogénétique APGII du grenadier.

Tableau 3 : classification des pucerons (REMAUDIÈRE et al. (1997).

Tableau 4 : Quelques virus transmis par pucerons (DUVAUCHELLE et al. 2004).

Tableau 5 : Analyse statistique descriptive de la variance entre les sorties en phase supérieur (en haut) de l'arbre de grenade dans l'inter-semaine entre 02/04/19 et 29/05/19.

Tableau 6 : Résultats descriptif de la comparaison des variances entre les coccinelles en haut et en bas de l'arbre de grenadier au niveau de chaque arbre dans un intervalle de temps entre 02/04/2019 et 29/05/2019.

Tableau 7 : Analyse descriptives de cécidomyies de l'ensemble des inter-semaines au niveau bas de l'arbre.

Tableau 8 : Analyse descriptive de la variance de cécidomyies entre les deux sections de l'arbre de grenade.

Tableau 9 : Analyse descriptive des momies au niveau de l'ensemble de l'arbre, soit en haut et en bas de l'arbre.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : Le *Punica granatum* L. le grenadier (DBMB 2019)
- Figure 2** : les feuilles du grenadier
- Figure 3** : la fleur de grenadier.
- Figure 4** : Le fruit du grenadier (CALIN SANCHEZ et al, 2005).
- Figure 5** : Principaux pays producteurs des grenades au monde (MELGAREJO et al., 2012).
- Figure 6** : Variétés recommandées pour la culture de grenadier au Maroc (OUKABLI, 2004).
- Figure 7** : Schéma de l'anatomie générale d'un puceron. a.Femelle vivipare aptère. b. Femelle vivipare ailée (LECLANT, 1999) (Modifié d'après Encyclop'Aphid (c) INRA 2013).
- Figure 8** : Forme de la tête chez les pucerons.
- Figure 9** : Cycle holocylique monœcique (INRA France, science et impact Encyclop'APHID)
- Figure 10** : Cycle holocylique diœcique (INRA France, science et impact Encyclop'APHID)
- Figure 11** : Pucerons inféodés à la grenade au verger de grenadier (Domaine BM Bio 2019).
- Figure 12** : Pucerons inféodés à la grenade (*Aphis punicae*).
- Figure 13** : Pucerons inféodés à la grenade, en boîte de pétri (INRA, AGROPOLE BM 2019)
- Figure 14** : Pucerons inféodés à la grenade (laboratoire INRA, AGROPOLE Beni Mellal 2019).
- Figure 15** : Jeune pousse parasité au pied de l'arbre (DBMB 2019).
- Figure 16** : Jeune pousse colonisé par pucerons (DBMB 2019).
- Figure 17** : Prélèvement de pucerons en boîte de pétri (DBMB 2019).
- Figure 18** : Pucerons étaler à la jeune pousse (DBMB 2019).
- Figure 19** : Pucerons étaler sur les feuilles de grenadier (DBMB 2019).
- Figure 20** : Pucerons s'étaler sur les jeunes fruits de grenadier (DBMB 2019).
- Figure 21** : Absorption de la sève par les pucerons (Domaine Beni Mellal Bio 2019).
- Figure 22** : Pucerons s'alimente par la sève de jeune pousse (Domaine BM Bio 2019).

Figure 23 : Enroulement de feuilles (DBMB 2019).

Figure 24 : Irritation et enroulement des (DBMB 2019).

Figure 25 : Dessèchement et changement de feuilles de grenade couleur (DBMB 2019).

Figure 26 : Prédilection de jeune pousse grenadier (Domaine Beni Mellal Bio 2019)

Figure 27 : Déformation des fleurs de grenade (Domaine Beni Mellal Bio 2019)

Figure 28 : Avortement et dessèchement de feuilles et de fruits (Domaine BM Bio)

Figure 29 : Pullulation des ravageurs aux fleurs (Domaine Beni Mellal Bio 2019)

Figure 30 : Déformation et chute des fleurs de grenadier (Domaine BM Bio 2019)

Figure 31 : Chute des fleurs et des fruits de grenadier (Domaine Beni Mellal Bio 2019)

Figure 32 : La fourmi a repéré la goutte de miellat

Figure 33 : La fourmi stocke le miellat dans leur jabot social

Figure 34 : Fourmis collectent le miellat au boite de pétri

Figure 35 : Mutualiste pucerons-fourmis

Figure 36 : Miellat attirent des pucerons (DBMB 2019)

Figure 37 : Ralentissement des feuilles-fruits touché

Figure 38 : Ralentissement des feuilles-fruits colonisé par pucerons

Figure 39 : Ouverture des fleurs-fruits non colonisé par pucerons au boite de pétri (DBMB, INRA 2019)

Figure 40 : Décoloration des feuilles et fumagines aux fruits (DBMB)

Figure 41 : Fruits impropre à la commercialisation (DBMB)

Figure 42 : Les stades de l'œuf à la nymphe

Figure 43 : Larves de coccinelle et ses pucerons au boit de pétrie

Figure 44 : Nymphe de coccinelle (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)

Figure 45 : Imago sort laissant derrière lui son exuvie (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)

Figure 46 : Coccinelle adulte 7 point nymphale (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019).

Figure 47 : Larve au niveau de feuille de grenadier (INRA, Agro-pole B.Mellal 2019).

Figure 48 : Coccinelle adulte.

Figure 49 : Larve prédatrice à la jeune pousse.

Figure 50 : Larve de chrysope prédatrice (INRA-DBMB2019).

Figure 51 : larve de chrysope (INRA-DBMB2019).

Figure 52 : Larve à au jeune pousse (INRA-DBMB2019).

Figure 53 : Larve de chrysope au boit de pétrie (INRA-DBMB2019).

Figure 54 : chrysope adulte (INRA-DBMB2019).

Figure 55 : larve de syrpe au rameux de grenadier

Figure 56 : larve de syrpe, prédatrice à la jeune pousse.

Figure 57: larve de syrpe au boite de pétri

Figure 58 : larve stade naïf.

Figure 59 : larve de syrpe adulte

Figure 60: Syrpe femelle de syrpe en

Figure 61 : Stade naïf (transformation en adulte)

Figure 62 : Sortie de l'adulte

Figure 63: Syrpe adulte

Figure 64 : Larve attaque le puceron

Figure 65 : Larve prédateur

Figure 66 : Cécidomyie adulte

Figure 67 : Incubation de parasitoïdes au boite de pétri

Figure 68 : Parasitoïde adulte

Figure 69 : Cycle biologique d'un hyménoptère parasitoïde de pucerons.

Figure 70 : Accouplement de parasitoïde

Figure 71 : Parasitoïde cherche son hôte

Figure 72 : Oviposition dans la boite de pétri

Figure 73 : Oviposition

Figure 74 : Momies à la jeune pousse (DBMB 2019)

Figure 75 : Momies dans le fruit de grenade au boite de pétri (DBMB 2019)

Figure 76 : Site expérimentale (DBMB 2019)

Figure 77 : Présentation du site de l'essai (INRA Beni Mellal)

Figure 78 : Prélèvement et l'observation des échantillons de pucerons

Figure 79 : Site d'étude (Verges de grenadier, DBMB 2019)

Figure 80 : Observation et prélèvement de l'échantillonne en haut de l'arbre (DBMB2019)

Figure 81 : Observation et prélèvement de l'échantillonne au pied de l'arbre, (DBMB2019)

Figure 82 : Larve prédatrice de coccinelle présente dans la colonie de pucerons (DBMB 2019)

Figure 83 : Observation binoculaire de puceron

Figure 84 : Observation binoculaire de parasitoïde du puceron après la dissection

Figure 85 : Incubation des échantillons prélevés.

Figure 86 : Evolution des entomophages prédateurs associés aux pucerons en fonction du temps (semaine) en haut de l'arbre de grenadier.

Figure 87 : Evolution inter-semaines de la somme total des entomophages prédateurs associés aux pucerons en pourcentage (en haut).

Figure 88 : Evolution des entomophages prédateurs associés aux pucerons en fonction du temps (semaine) en bas de l'arbre (B-A) de grenadier.

Figure 89 : Evolution inter-semaines de la somme total des entomophages prédateurs associés aux pucerons en pourcentage (en haut).

Figure 90 : Evolution mobile de la tendance de la cécidomyie entre les deux sections en fonction de temps.

Figure 91 : Evolution de la dynamique de la cécidomyie en fonction de temps et de climats (Température et pluviométrie).

Figure 92 : Evolution de la tendance mobile de la coccinelle en haut et en bas de l'arbre.

Figure 93 : Evolution de la dynamique de coccinelles au niveau des deux sections (H-A , B-A) de l'arbre de grenadiers entre l'intervalle de temps de 02-04-2019 à 29-05-2019

Figure 94 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et à l'examen des conditions climatiques entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

Figure 95 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction du temps et à l'examen de conditions climatiques (précipitation) entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

Figure 96 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et à l'examen des conditions climatiques (température) entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

Figure 97 : Evolution de la température durant les semaines d'étude.

Figure 98 : Evolutions de momies identifiées au moment de l'observation (terrain) en haut de l'arbre, avec les momies apparient au moment de l'incubation (laboratoire) durant les périodes d'étude.

Figure 99 : Evolutions des momies identifiées au terrain en bas de l'arbre, avec les momies appartenant au moment de l'incubation (laboratoire) durant les périodes d'étude.

Figure 100 : Profil d'évolution des momies en H-A et en B-A dans le terrain et au laboratoire durant la période d'étude de 02-04-19 à 29-05-19.

Figure 101 : Evolutions de momies identifiées au moment de prélèvement en verges de grenade à l'examen des conditions climatiques entre les deux sections de l'arbre H-A et B-A durant les inter-semaines d'étude.

Figure 102 : Evolution de momies entre les deux sections de l'arbre en fonction de temps et de condition climatique (Température).

Figure 103 : Evolution de momies avant et après la dissection dans les deux sections soit en H-A et en B-A en fonctions de temps.

LISTE DES ABREVIATIONS

H-A : En haut de l'arbre

B-A : En bas de l'arbre

MESURES

C° : Degré de Celsius

APG : Angiosperme Phylogénie Group

INSTITUTIONS

APBM : Agro-pole Beni Mellal

DAR : Domaines Agricoles

DBMB : Domaine Beni Mellal Bio

F.A.O : Food and Agriculture Organization.

I.N.R.A : Institut National de la Recharge Agronomique.

INTRODUCTION

Introduction générale :

Les systèmes de production actuels et surtout de demain doivent pouvoir répondre à un double enjeu. Dans un premier lieu, il s'agit d'assurer la sécurité alimentaire d'une population mondiale en pleine expansion démographique notamment dans les nombreux pays en voie de développement. Les études modernes montrent que le régime alimentaire est le moyen le plus évident pour maintenir le corps en bonne santé, et prévenir contre les différentes maladies.

Deuxièmement, il est devenu urgent de préserver les écosystèmes et agrosystèmes pour les futures générations qui peupleront la Terre, le système de culture intensif, fondé sur la recherche de forts rendements et donc très consommateur de pesticides.

Parmi les aliments qui présentent des propriétés nutritifs très intéressantes on peut citer la grenade, en effet elle possède des effets antioxydants très élevé, ainsi que plusieurs propriétés thérapeutiques, en relation avec la composition chimique riche en tanins et en polyphénols. La grande partie de ses composés chimiques se trouve en outre dans l'écorce et les pépins qu'on considère comme déchets. L'étude et l'évaluation de ces derniers ont été récemment un sujet intéressant pour les scientifiques qui ont démontré leur efficacité dans la prévention et la lutte contre les maladies chroniques les plus fréquentes.

Le Maroc est l'un des principaux pays producteurs de grenade du monde avec une production de 76 300 T (MAPM, 2012). La culture est en plein développement dans le cadre de la stratégie de développement agricole "Plan Maroc Vert" qui prévoit une augmentation de 42% de la production entre 2011 et 2020, dépassent ainsi 100 000 tonnes par an.

Cependant, l'intensification des grenadiers et le système de monoculture adopté génèrent d'importants risques phytosanitaires. Parmi ces risques, les pucerons sont considérés comme le principal entrave au développement de cette filière et menacent sa pérennité. (Fakhour *et al.* 2011).

Les pucerons ont une grande fécondité, se dispersent facilement sur de longues distances, ils sont à la fois ravageurs et vecteurs de maladies virales, ce qui explique les lourdes pertes de rendements qu'ils peuvent causer aux agriculteurs (Fakhour et *al.* 2011). Afin de minimiser ces dégâts, les agriculteurs appliquent une grande quantité d'insecticides conventionnels (Widawsky et *al.* 1998), **toxiques** et très **dangereux** pour les **agro-écosystèmes**, la **biodiversité** et sur l'**environnement** au sens large.

Malgré les traitements chimiques, leur pullulation reste un problème majeur vue leurs grandes capacités d'adaptation et de résistances aux insecticides.

A l'heure où Maroc parle de la Stratégie Plan Maroc Vert, axée sur la mise en place d'une agriculture plus durable, la production doit nécessairement s'adapter pour répondre aux enjeux actuels (protection de la biodiversité, lutte contre les pollutions), la conservation des ressources naturelles et le respect de l'environnement. A ce titre, plusieurs familles d'insectes caractéristiques typiques des grands entomophages peuvent contrôler les populations de pucerons, principalement les coccinelles, les syrphes, les chrysopes les cécidomyies et les parasitoïdes. Afin de mettre en place une stratégie de lutte adaptée aux impératifs de la bio-écologie de ces ravageurs. Une étude de la dynamique des entomophages associés aux pucerons en verge de grenadier est nécessaire dans un but d'abord de préservation et pour les utilisés dans des programmes de lutte biologique ultérieurement.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I
Généralités sur la culture de grenadier

Introduction

Depuis des milliers d'années, le grenadier (*Punica granatum L.*), son fruit avec ses graines, son écorce et ses fleurs, sont utilisés, au Moyen-Orient et en Asie, et maintenant dans la plupart des pays chauds, pour leurs propriétés médicinales.

Le grenadier *P.granatum* est un petit arbuste à longue durée de vie, bien adapté au climat méditerranéen et aux zones arides. C'est une espèce fruitière pérenne tolérante à la sécheresse et capable de valoriser les sols pauvres et salins. Il jouit de grandes capacités d'adaptation aux conditions de milieu caractérisé par une aridité climatique marquée. Sur le plan environnemental, il joue un rôle très important dans la protection, la restauration et la fixation des sols. Ses plantations ont connu une grande extension dans de différentes régions du monde et ont conduit à une augmentation de la production.

L'importance économique du grenadier réside également dans ses fruits qui ont une grande valeur nutritive comparable à celle des fruits comme les abricots, les oranges, les pommes et d'autres. La production mondiale annuelle de grenades est estimée à environ trois millions de tonnes. Les pays les plus producteurs de ces fruits sont l'Inde, l'Iran et la Chine ([MELGAREJO et al., 2012](#)).

I.1-- Classification

Le grenadier *P. granatum* appartient à la famille des Punicaceae qui inclut seulement un seul genre et deux espèces, l'autre, étant peu connu *P. protopunica Balf.* Il a été décrit par Linné en 1753 et classé comme suit :

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Myrtales
- Famille : Punicaceae
- Genre : Punica
- Espèce : *Punica granatum L.*

I.2-- Arbre de grenadier :

Le grenadier se présente comme un petit arbre de 3 à 4 mètres de hauteur, donnant de nombreux rejets, on le trouve plus souvent sous forme de cépée, qu'avec une tige unique, les rameaux sont grêles, parfois épineux.

Il croit majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon spontanée ou cultivée (GARNIER G et BEZANGER-BEAUQUESNE L, 1961) et peut vivre jusqu'à 200 années. Cependant la période la plus productive se situe dans les 20 premières années (EVREINOFF V, 1957).



Figure 1 : : Punica granatum L. le grenadier (DBMB 2019)

1.2--1 Les feuilles :

Les feuilles du grenadier sont caduques, opposées et disposées sur les rejets comme elles peuvent être en touffes sur les pousses courtes (EVREINOFF V, 1957), glabres sur les deux faces. La face supérieure est vert foncé et à nervure médiane nettement déprimée, la face inférieure, vert clair, montre une nervure médiane très saillante.

Ces feuilles entières, brillantes, lancéolées, assez coriaces, présentent un limbe elliptique allongé, munies d'un court pétiole rougeâtre (GODET J, 1991).



Figure 2 : Les feuilles du grenadier (DBMB 2019)

1.2--2 Les fleurs :

Les fleurs des grenadiers portent également le nom de balaustes, les fleurs sans odeur sont sèches, de saveur astringente et donnent à la salive une teinte violacée.



Figure 3 : La fleur du grenadier

Elles sont hermaphrodites, actinomorphes (COURCHET L, 1897) et sont très ornementales, de couleur grenat pourpre ou rouge portés par un court pédoncule réunis au sommet des branches de 2 ans ou plus.

Les fleurs des grenadiers s'ouvrent de mai à juillet. Elles présentent un calice épais, coriace tubuleux et turbiné à 6 lobes triangulaires, la corolle d'un rouge éclatant est formée de 5 à 7 pétales (EVREINOFF V, 1957).

1.2—3 Fruit :

Sphérique à péricarpe épais surmonté des restes d'un calice dentelé très résistant. L'épicarpe et le mésocarpe sont fibreux. Le fruit est d'abord vert, puis ivoire-rougeâtre. Il y a une variation en pleine maturité du jaune brun au rouge terne marbré plus vifs ou foncés. L'intérieur du fruit est divisé par des cloisons en loges. Chaque loge contient des graines anguleuses « arilles » enveloppées d'une pulpe rose grenat. Il y a environ 400 arilles par grenade. La pulpe est juteuse, sucrée-acidulée.

Le fruit du grenadier possède dans ses différentes parties de nombreux composés chimiques d'une valeur biologique élevée : écorce, membranes blanches, arilles et pépins.

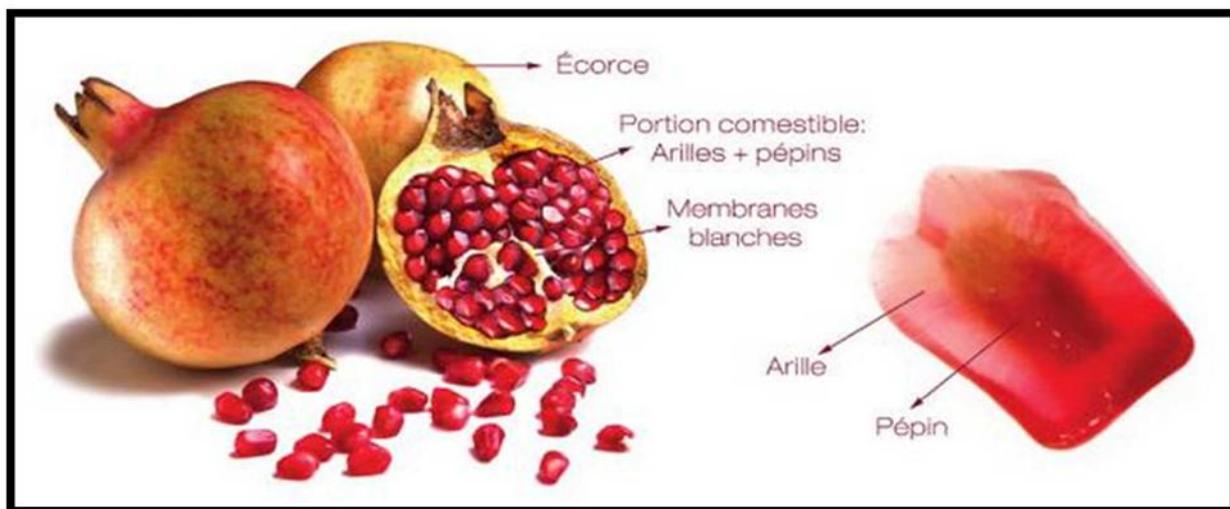


Figure 4 : Le fruit du grenadier (CALIN SANCHEZ et al, 2005)

1.2--4 Système racinaire :

Le système racinaire est très fasciculé, en général plutôt de surface (60m), mais peut s'adapter selon les conditions du sol.

La racine du grenadier est ligneuse, noueuse, dure et pesante. La face externe gris jaunâtre ou brunâtre montre de larges écailles subéreuses, des rides ou des larges fissures. La face interne jaune verdâtre est lisse et finement striée longitudinalement (**GARNIER G et BEZANGER-BEAUQUESNE L, 1961**).

L'écorce de la racine se présente sous forme de fragments irréguliers, plus ou moins enroulés ou cintrés d'un millimètre d'épaisseur environ.

I.3-- Exigences culturelles de grenadier

Le grenadier est localisé principalement dans les régions de Beni-Mellal, Meknès, Fès, Marrakech ou certaines oasis sahariennes. En monoculture ou associé à l'olivier ou à la vigne, le grenadier est adapté au climat subaride et continental. Il peut tolérer des températures de -12° C l'hiver et 42° C l'été. Une courte période de froid est nécessaire à l'induction florale, certaines variétés exigent une grande quantité de chaleur pour fructifier. C'est une espèce qui s'accommode de sols très variés avec une préférence pour les terres d'alluvions profondes ou argilo-limoneuses à forte rétention en eau. Il ne craint ni le calcaire actif ni la salinité (**EVREINOFF V, 1957**).

I.3--1 Les conditions climatiques

Le grenadier s'adapte à des différents types de climats, les meilleurs fruits sont obtenus dans les régions subtropicales, où la période des températures élevées correspond au moment de la maturité des grenades.

Il supporte très bien la sécheresse, mais cela montre la qualité de ces fruits. Un climat chaud et sec sera bon pour le grenadier à condition que ces racines ne manquent pas d'eau. En dehors de régions subtropicales, le grenadier pousse fort bien dans où la température ne descend pas en dessous de -15° C (**DIPAGE.J.A, 2009**).

I.3--2 Le sol

Le grenadier n'est pas exigeant ce qui concerne la nature de son sol. Il s'adapte à une large gamme de sols et tolère les terrains acides, alcalins... il est également assez résistant à la salinité de la terre (**MADO, 2007**).

Néanmoins, il donne de meilleurs résultats dans un terrain profond et gras, les terres d'alluvions lui conviennent mieux. Les terrains alcalins, argilo limoneux, lui sont favorables.

I.3--3 Installation du verger

La multiplication du grenadier se fait par bouturage pour la majorité des producteurs ce qui permet d'obtenir très rapidement des sujets ayant tous les caractères du pied mère. Les boutures ligneuses (40 à 50 cm) sont prélevées par les producteurs entre novembre et décembre pour être plantées soit directement ou après enracinement (FAKHOUR, 2012).

Les densités de plantation pratiquées sont très variables. On rencontre généralement la densité de 100 pieds /ha dans les anciens vergers installés à l'époque du protectorat. Cependant les nouveaux vergers créés dans la région adoptent de hautes densités allant de 250 plants/ha à 1100 plants /ha (FAKHOUR, 2012).

I.3--4 Irrigation

L'irrigation gravitaire couvre 98% de la superficie plantée par le grenadier tandis que l'irrigation localisée ne représente qu'environ 2%. Cependant, 42% de la superficie est irriguée par pompage soit directement d'Oum Erabia ou à partir des puits, le reste (58%) étant lié au réseau hydro-agricole au périmètre irrigué.

La fréquence des apports varie d'un verger à l'autre, selon le stade phénologique de la plante et la source des eaux utilisées, dans le cas des vergers irrigués par pompage, les apports d'eau sont apportés d'une façon régulière tous les 8 à 15 jours dès le mois de mars jusqu'à la récolte.

Cependant, pour les vergers desservis par le réseau hydroagricole, la fréquence d'apports dépend uniquement des programmes de lâchers d'eau. En général, les pratiques les plus courantes font état de 8 à 9 apports par campagne avec un intervalle de 20 jours en moyenne entre deux lâchers d'eau (FAKHOUR, 2012).

I.3--5 Fertilisation

Elle est pratiquée par des apports d'engrais chimique et /ou du fumier. Ainsi, la grande partie des producteurs (84%) procède à l'épandage des quantités comprises entre 20 et 30 tonnes de fumier par ha à partir du mois de décembre. Les apports des engrais de synthèse sont pratiqués par 66% des producteurs enquêtés sous forme du complexe 14-28-14. Ces apports sont effectués manuellement à partir de février en apports entre 200 et 500 kg/ha. Les vergers équipés de système d'irrigation localisé utilisent plus d'engrais chimique et moins de fumier organique (FAKHOUR, 2012).

I.4-- Culture du grenadier au monde

La superficie mondiale dédiée à la culture du grenadier est d'environ 300 000 Ha, dont plus de 76 % sont répartis sur cinq pays : Inde, Iran, Chine, Turquie et USA. Cependant, l'Espagne, l'Égypte et l'Israël ont une superficie comprise entre 2400 et 16000 ha et sont parmi les pays qui ont développé de nouvelles variétés et le secteur d'exportation. D'autres pays pratiquent également cette culture notamment Afghanistan, Pakistan, Arménie, Géorgie, Tadjikistan, Jordanie, Italie, Tunisie, Azerbaïdjan, Libye, Liban, Soudan, Myanmar, Bangladesh, Mauritanie, Chypre et Grèce (MELGAREJO et al., 2012). En termes de volume produit à l'échelle mondiale, l'Inde est le premier pays producteur avec environ 900 000 tonnes par an alors que le Maroc prend la 9^{ème} place (Figure 5).

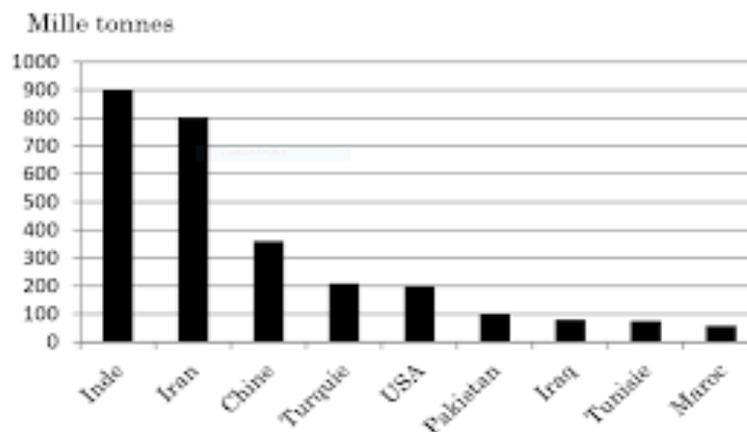


Figure 5 : Principaux pays producteurs des grenades au monde (MELGAREJO et al., 2012).

I.5-- Culture du grenadier au Maroc

Le Maroc est l'un des principaux pays producteurs de grenade du monde avec une production de 76 300T (MAPM, 2012). La culture est en plein développement dans le cadre de la stratégie de développement agricole "Plan Maroc Vert" qui prévoit une augmentation de 42% de la production entre 2011 et 2020, dépassent ainsi 100 000 tonnes par an. Le grenadier est cultivé dans toutes les régions avec une certaine concentration dans la plaine du Tadla (24%), du Haouz (20%), de Settat (6,6%), de Taounate (5,8%), de Nador (5,3%), de Chefchaouen (4,5%), d'Azilal (3,3%) et dans certaines oasis du sud. Elle est conduite en plantation régulière, seule ou associée à d'autres arbres fruitiers, mais aussi en plantations isolées à proximité des centres urbains (WALALI et al., 2003; OUKABLIA, 2004).

L'importance de cette espèce dans la mise en valeur de certaines régions du Maroc avec un choix judicieux des cultures. Cette espèce prend de plus en plus de l'importance et sa culture est passée du caractère traditionnel, avec des plantations dans les jardins familiaux ou en plantations éparses, pour se développer en vergers commerciaux, assurant une diversification fruitière à l'échelle nationale. Elle constitue une source principale de revenus pour de nombreux agriculteurs.

I.5--1 caractéristiques des variétés de grenadier marocaines

Le grenadier est une espèce ayant un grand potentiel de valorisation et de diversification de la production fruitière dans plusieurs régions au Maroc.

Les travaux de l'Institut national de Recherche Agronomique (INRA) sur des clones de grenadier prospectés et des variétés introduites ont abouti à la sélection de variétés performantes pour la culture. Ils ont par ailleurs démontré une parfaite adaptation de cet arbre aux régions de faible et de moyenne altitude.

Le Maroc compte plusieurs clones de grenadiers, connus sous des dénominations différentes relatives à la forme du fruit, la zone de provenance ou à la couleur de l'épiderme de la baie.

I.5--2 Caractéristiques des variétés de grenadier marocaines

Le grenadier est une espèce ayant un grand potentiel de valorisation et de diversification de la production fruitière dans plusieurs régions au Maroc.

Les travaux de l'Institut national de Recherche Agronomique (INRA) sur des clones de grenadier prospectés et des variétés introduites ont abouti à la sélection de variétés performantes pour la culture. Ils ont par ailleurs démontré une parfaite adaptation de cet arbre aux régions de faible et de moyenne altitude.

Le Maroc compte plusieurs clones de grenadiers, connus sous des dénominations différentes relatives à la forme du fruit, la zone de provenance ou à la couleur de l'épiderme de la baie.

On cite quelques variétés comme « Ounk Hmam » ou cou de pigeon, «Bzou» qui est une ville de la région de Beni Mellal et la variété « Sefri » ou de couleur jaune (OUKABLI, 2004).

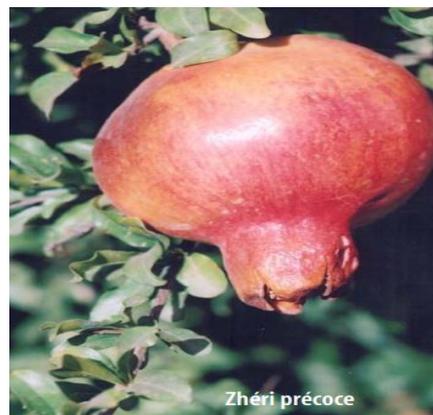


Figure 6 : Variétés recommandées pour la culture de grenadier au Maroc (OUKABLI, 2004).

I.6-- Utilisation du grenadier

I.6--1 Intérêts nutritionnels de la grenade

La grenade contient plusieurs oligo-éléments et minéraux, tels que le potassium, phosphore, calcium, magnésium, fer, zinc et cuivre. Une seule grenade apporté près de 40% de nos besoins quotidiens en vitamine C. Très riche en polyphénols (antioxydants naturels), elle retarde le vieillissement des cellules, inhibe le développement de l'athérosclérose, influe sur l'hypertension et réduit le risque de maladies cardio-vasculaires. En médecine traditionnelle, la grenade soigne les troubles digestives, les toux persistantes, la colique et la fièvre. Elle est également comme vermifuge (DIPAGE.J.A, 2009).

I.6--2 Utilisations des huiles

L'huile de pépins de grenade est particulièrement riche en Acide alpha punicoïque (oméga-5) et c'est un excellent antioxydant.

Autres composants : Vitamines (E et F), Acide oléique, Acide linoléique (oméga6), Acide palmitique et l'Acide stéarique.

L'huile végétale de graines de grenades est convient particulièrement aux peaux sèches fragiles. Elle active le renouvellement cellulaire, améliore l'élasticité de la peau et régénère l'épiderme. On peut l'appliquer en cures (peaux sèches, irritées, abîmées). Elle est recommandée en cas de dermatites et représente un bon soin après l'exposition solaire.

I.6--3 Propriétés thérapeutiques

Les scientifiques ont découvert que la grenade est riche en composants alimentaires, en particulier les vitamines et possède les propriétés de préventive et curative grande est l'analgésique et une chaleur réduite et utile dans les cas d'extrême soif pendant la saison chaude et l'embrayage de cas de diarrhée et un anti-saignement, surtout résultant d'hémorroïdes et les muqueuses. Le jus de grenade (extrait de ses graines roses) guérit des maux de tête et des maladies de l'œil, surtout compte rendu de la faiblesse si des fleurs de grenadier bouillies utiles dans le traitement des maladies des gencives.

Chapitre II

Généralités sur les pucerons

II-- Généralités sur les pucerons :

Parmi les bio-agresseurs du grenadier les aphides ou pucerons sont considérés comme les principaux entrave au développement de cette filière et menacent sa pérennité (FAKHOUR et al., 2011). Environ 4700 espèces de pucerons ont été recensées à travers le monde, dans 600 genres taxonomiques, dont 900 en Europe (REMAUDIERE et al. 1997). Au moins 450 espèces de pucerons ont été identifiées sur des plantes cultivées (BLACKMAN et EASTOP, 2000). Ces insectes de petite taille (1à 5 mm), parmi elles, une centaine s'est adaptée à des agroécosystèmes différents et présente de ce fait une importance économique notable (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

Ils sont de couleurs variables, noirs, verts, rouges, roses, bruns, bleus et jaunes et peuvent être aptères ou ailés.

II.1-- Description systématique

Les aphides appartiennent à l'ordre des Homoptères et à la superfamille des Aphidoidea. Ils constituent l'un des groupes zoologiques les plus importants par le nombre d'espèces qu'il contient et la diversité qu'on y rencontre (REMAUDIERE et al. (1997).

REMAUDIERE et al. (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

Embranchement :	<i>Arthropodes</i>
Classe :	<i>Insectes</i>
Super ordre :	<i>Hémiptéroïdes</i>
Ordre :	<i>Homoptères</i>
Superfamille :	<i>Aphidoidea</i>
Famille :	<i>Aphididae</i>

Tableau 3 : Classification des pucerons (REMAUDIERE et al. (1997)

II.2-- Caractéristiques morphologiques des aphides

Le corps du puceron adulte, mou et en forme de poire. Il existe une grande variabilité de morphologie entre les espèces de pucerons ainsi qu'entre les individus d'une même espèce (GROETERS, 1989). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen) (Figure 7).

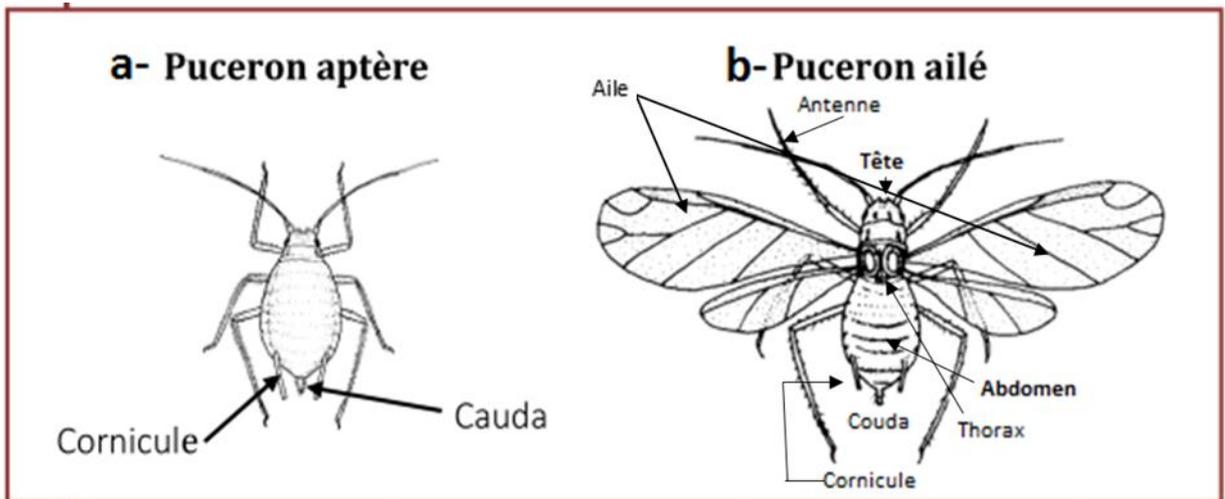


Figure 7: Schéma de l'anatomie générale d'un puceron.
a. Femelle vivipare aptère. b. Femelle vivipare ailée
(LECLANT, 1999) (Modifié d'après Encyclop'Aphid (c) INRA 2013).

II-- 2.1Tête

Chez les pucerons, la tête est généralement bien séparée du thorax dans les formes ailées, alors que chez les aptères celle-ci est plus dans la continuité du corps (Figure 8). La tête porte des critères importants pour l'identification : les antennes, le front et le rostre. Et comme tous les insectes ; elle porte aussi des yeux composés (FRAVAL, 2006).

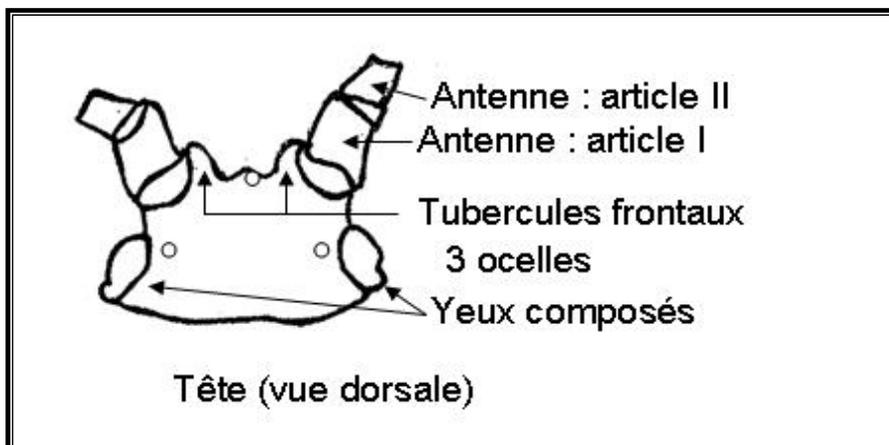


Figure 8: Forme de la tête chez les pucerons

II-- 3.2 Le thorax

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces de pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères (**BLACKMAN et EASTOP, 2000**).

II--3.3 L'abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (**MULLER et al. 2001**).

Les cornicules sont absents dans quelques genres et parfois dans les formes d'une même espèce (**BRAENDLE et al. 2006**). Le dernier segment abdominal (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (**FREDON, 2008**).

📖 Les cornicules

Les pucerons utilisent les cornicules pour émettre une sécrétion de défense et une phéromone d'alarme lors de l'attaque d'un prédateur. Les cornicules sont de forme, de couleur et de longueur très variables. C'est un critère très utilisé pour l'identification des formes adultes. Chez certaines espèces, les cornicules sont réduites à un pore mais chez d'autres elles peuvent manquer complètement. La forme des cornicules peut alors varier selon le stade ou le morphe au sein d'une même espèce (**HARMEL et al. 2008**).

II.4--Caractéristiques bioécologiques des pucerons

II--4.1 Caractéristiques biologiques

Les pucerons ont un caractère biologique unique, la PARTHENOGENESE CYCLIQUE : A une génération d'insectes sexués succèdent plusieurs générations de femelles parthénogénétiques appelées virginipares (**CHRISTELLE, 2007**). Les femelles parthénogénétiques vont donner naissance à d'autres femelles sans qu'il y ait eu accouplement avec un mâle. Ces femelles sont de plus vivipares, c'est à dire qu'elles donnent naissance à leurs descendants, sans pondre d'œufs. Seules les femelles sexuées sont ovipares. Plusieurs morphes (individus morphologiquement différents bien que génétiquement identiques) vont être présents au cours du cycle (**LAMBERT, 2005**).

II--4.2 Cycle biologique

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) ([CHRISTELLE, 2007](#)), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée.

Les pucerons sont plurivoltins et peuvent avoir, selon les conditions climatiques, jusqu'à 20 générations par an. Ils présentent une grande variabilité de cycles biologiques.

Selon [LAMBERT \(2005\)](#), la conséquence de cette reproduction asexuée est due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monœciques. Par contre d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques).

La plante sur laquelle est pondu l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigenes ailées ([SIMON, 2007](#)).

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique).

Cycle holocyclique monœcique

Dans ce type de cycle, les pucerons présentent une génération sexuée et plusieurs générations asexuées, toutes étant accomplies sur la même espèce de plante ou sur des plantes d'espèces voisines ([Figure 9](#)). Plusieurs générations de femelles parthénogénétiques s'intercalent entre fondatrice sexupares au cours du printemps et de l'été ([HULLE et al. 1998](#)).

Anholicycle

Certains pucerons ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par voie sexuée. Ils se multiplient par parthénogenèse toute l'année et sont dits anholocycliques (HULLE, 1998). L'anholocyclie peut être totale. Elle affecte alors une espèce entière (*Myzus ascalonicus* dont on ne connaît aucune forme sexuée de par le monde) ou certains clones (*Metopolophium festucae*). L'anholocyclie peut aussi être partielle. Elle n'affecte alors qu'une partie de la population.

II.5-- Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons

II--5.1 Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont représentés par les différentes conditions climatiques intervenant dans la dynamique de populations des aphides.

☞ Températures

D'après LAMY (1997), les insectes étant des poïkilothermes (la température de leur organisme est liée à celle de leur écosystème), la température est pour eux le facteur écologique le plus important.

La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 °C et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (HULLE et al, 1999; HULLE et C d'ACIER, 2007).

D'après HULLÉ et al., (1999), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important, ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron n'émet plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale.

☒ Précipitations

Selon **OULD EL HADJ (2004)**, en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. **DEDRYVER (1982)**, a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité.

☒ Durée d'insolat

D'après **ROBERT (1982)**, l'intensité lumineuse agit sur les possibilités d'envol des pucerons et favorise donc la contamination des cultures.

☒ Vent

D'après **FINK et VOELKL (1995)** et **LABRIE (2010)**, le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels.

Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à des longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km (**ROBERT, 1982**).

☒ Humidité de l'air

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13 °C, et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °C (**BONNEMAISON, 1950**).

II--5.2 Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques constituent essentiellement par des facteurs liés au potentiel biotique des espèces aphidiens, le rôle de la plante hôte, l'action des ennemis naturels et les différentes méthodes de lutte déployée par l'Homme. il existe un certain nombre d'insectes utiles dans la lutte antiparasites (pucerons) appelés "auxiliaires" (**SCHMIDT et al, 2004**). Il est important de connaître ces insectes auxiliaires pour mieux les préserver à l'écosystème.

Les coccinelles, que ce soit sous leur forme adulte ou de larve, sont des prédateurs voraces de pucerons. Une larve ou un adulte en dévore plus d'une centaine par jour (**MARTIN et al., 2005**).

La Cécidomyie du puceron est un petit insecte ressemblant plus ou moins à une mouche qui pond ses œufs dans les colonies de pucerons. Les larves de Cécidomyie issues des œufs se nourrissent de pucerons (**REBOULET, 1999**).

Les syrphes pondent leurs œufs au milieu des colonies de pucerons. Les larves de syrphes, aphidiphages, sont des dévoreuses de pucerons, de cochenilles et de chenilles. Une larve de syrphe se nourrit de 400 à 700 pucerons au cours de ses 10 jours de croissance. Elle leurs percent le corps avec ses pièces buccales et suce leur contenu, ne laissant que l'enveloppe momifiée (**THOMPSON et ROTHERAY, 1998**).

Les chrysopes volent le soir à la recherche de fleurs riches en nectar, miellat et pollen. Ses œufs sont accrochés à l'extrémité d'un long fil de soie. Les larves émergent des œufs et, carnassières féroces, elles dévorent en 15 jours de croissance jusqu'à 600 pucerons et 1000 acariens ou araignées rouges (**MIGNON, J. 2007**).

Les parasitoïdes de puceron ce terme a été introduit par **REUTER(1913)**, pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie ou la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort (**ROBERT, 2010**). Les parasitoïdes se développent généralement sur un seule hôte, souvent à l'intérieur de celui-ci et le tue une fois leurs développement larvaire achevé (**RIBA et SILVY, 1989**). Les parasitoïdes du puceron sont tous des Hyménoptères endoparasitoides solitaires (**LECLANT, 1970, RABASSE, 1983**). Ils appartiennent à deux familles différentes : Les Aphididae et les Aphelinidae.

☐ Facteurs de régulation

☐.☐ Caractéristiques propres aux individus

La colonie de pucerons est une ressource localisée et limitée dans l'espace. Sa taille et le nombre d'individus qui la composent ne sont pas fixes, elle varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (AGELE, 2006 ; MARTINI, 2010).

D'après DEDRYVER (1982), ces facteurs peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intra spécifiques de deux ordres :

La formation d'ailes ; le contact étroit des individus d'une population dense se trouve lorsque les conditions écologiques sont favorables à la pullulation ce qui entraîne des modifications physiologiques sur l'insecte, il provoque l'apparition des formes ailées.

La modulation du poids, donc de la fécondité des adultes. Sous l'effet direct de comportements agrégatifs intra spécifiques et l'effet direct de modification de la composition de la nourriture par les prélèvements de sève. Dans ces conditions, la densité d'une population augmente, le poids et la fécondité des adultes diminuent, retardent ainsi le moment où la plante risque de mourir.

II--6 Pucerons inféodés au grenadier :

Cependant, les études faites sur le grenadier dans d'autres pays du bassin méditerranéen rapportent la présence de plusieurs espèces, notamment : *Aphis. punicae*, *Aphis.gossypii*, *Myzus persicae* et *Aphis. fabae* (JUAN et al. 2000 ; TOLED et ALBUJER, 2000). La première espèce, spécialiste du grenadier, est répartie dans l'ensemble des zones de production (région méditerranéenne, Moyen-Orient, Asie du Sud) .Les autres espèces de pucerons sont généralistes (*A. gossypii*, *M. persicae* et *A. fabae*) et ont une répartition cosmopolite, endommagent de nombreuses cultures à intérêt économique.

D'autres espèces de pucerons, non inféodées au grenadier, sont également capables de véhiculer de nombreux virus (ROLOT, 2005). Au moins 250 espèces de pucerons appartenant à 13 genres sont vectrices de plus de 300 virus (MATTHEWS, 1991).

Au Maroc, les dommages ont été attribués sur la base d'une identification morphologique et génétique à deux espèces : *Aphis punicae* (holocyclique et monoecique) (Fakhour , 2011) et à *A. gossypii* (polyphages).

Ces espèces manifestent une période d'infestation en avril et pouvant s'étaler jusqu'au fin juin sur les jeunes pousses, les feuilles, les boutons floraux et même sur les jeunes fruits (FAKHOUR, 2006).

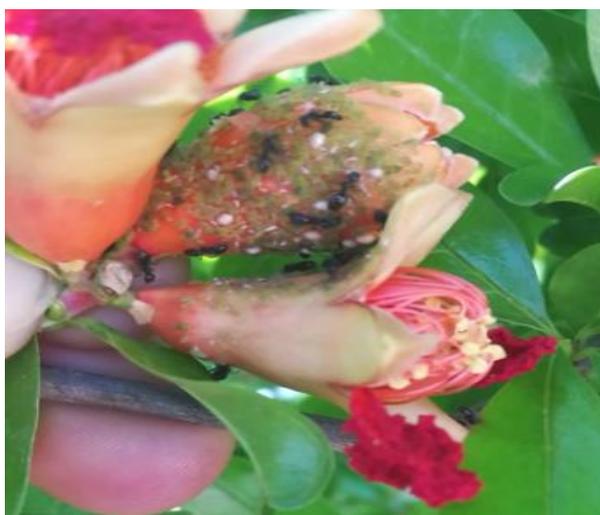


Figure 11 : Pucerons colonés au grenadier au verger de grenadier (Domaine Beni Mellal Bio 2019)



Figure 12 : Pucerons inféodés au grenadier



Figure 13 : Pucerons inféodés au grenadier en boîte de pétri (INRA, AGROPOLE Beni Mellal 2019)

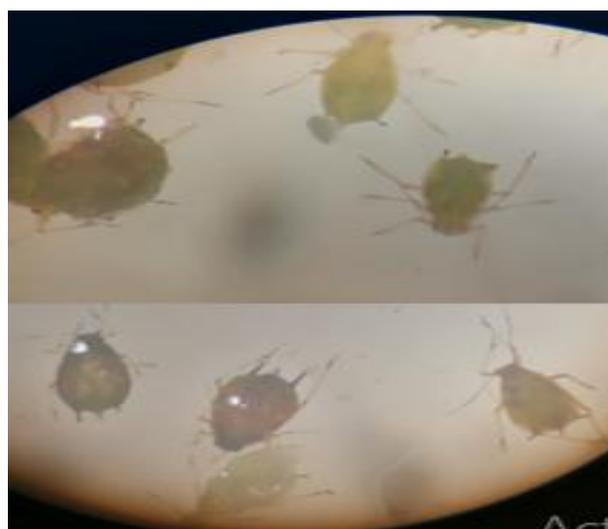


Figure 14 : Pucerons inféodés au grenadier (Laboratoire INRA, AGROPOLE Beni Mellal 2019)

II—7 Rôle de la plante hôte

Les pucerons sont uniquement phytophages, ils se nourrissent de la sève des plantes (CHRISTELLE, 2007; PRADO et TJALLINGII, 1997 ; ARMELLE et al., 2010).

Ils s'attaquent presque à la plupart partie de la plante, mais surtout les jeunes pousses qui sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères (MICHAEL et DONAHUE, 1998; FOURNIER., 2010), (Figure 15,16).



Figure 15 : Jeune pousse parasité au pied de l'arbre (DBMB 2019)



Figure16 : Jeune pousse colonisé par pucerons (DBMB 2019)



Figure 17: Prélèvement de pucerons en boîte de pétri (DBMB 2019)

Cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

II—8 Les dégâts des aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture.

II—8.1 Les dégâts directs

Les aphides manifestent une période d'infestation en avril et pouvant s'étaler jusqu'à la fin juin sur les jeunes pousses, les feuilles, les boutons floraux et même sur les jeunes fruits (Figure 18, 19 et 20).



Figure 18 : Pucerons étaler à la jeune pousse (DBMB 2019)



Figure 19 : Pucerons étaler sur les feuilles de grenadier (DBMB 2019)



Figure 20 : Pucerons s'étaler sur les jeunes fruits de grenadier (DBMB 2019)

Les pucerons, insectes piqueur-suceurs, sont uniquement phytophages, se nourrissent en effet en prélevant et en absorbant la sève de leur hôte. La jaunisse nanisante de l'orge est une maladie virale végétale, transmise par des pucerons, et causée par plusieurs souches virales classées dans deux espèces : le virus de la jaunisse nanisante de l'orge et le virus de la jaunisse nanisante des céréales.

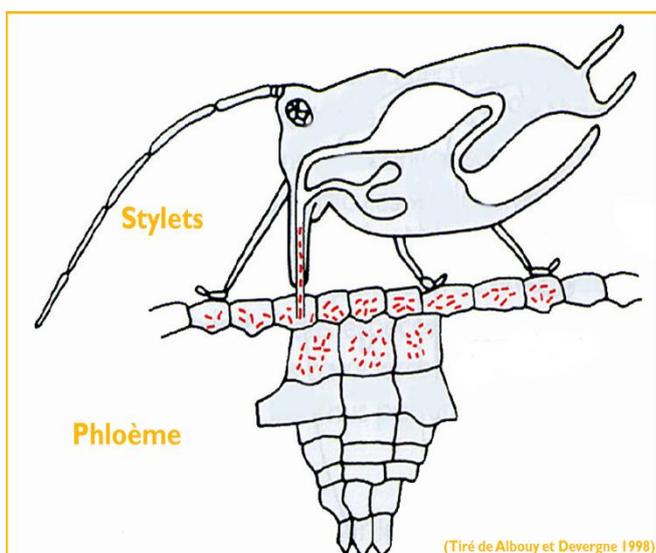


Figure 21 : Absorption de la sève par les pucerons



Figure 22 : Pucerons s'alimente par la sève

La salive émise lors des piqûres d'alimentation au grenadier sont également irritatives et toxiques entraîne généralement une réaction du végétal : Changement de couleur et enroulement des feuilles ([Figure 23, 24 et 25](#)).



Figure 23 : Enroulement de feuilles (DBMB 2019)



Figure 24 : Irritation et enroulement des feuilles de grenade (DBMB 2019)



Figure 25 : Dessèchement et changement de couleur (DBMB 2019)

Le dégât sera fonction de la durée de présence et de la quantité de pucerons sur la plante pour chaque stade de développement de celle-ci, et du degré de sensibilité de ce dernier aux pucerons. La plante attaquée s'affaiblit, végète mal, flétrit et peut finir par sécher complètement ([Figure 25](#)) à moindre croissance ("court-noué" chez les arbres fruitiers). Parfois les pousses sont rabougries ou tordues, les entre-nœuds courts, en plus de la crispation du feuillage, l'induction de galles ou de chancres, l'avortement et le dessèchement des fleurs, la déformation des fruits, une mauvaise fructification (avortement des fruits) ou une diminution du nombre des grains (perte de rendement) ([LECLANT, 1982](#)).



Figure 26 : Prédilection de jeune pousse grenadier (Domaine Beni Mellal Bio 2019)



Figure 27 : Déformation des fleurs de grenade (Domaine Beni Mellal Bio 2019)



Figure 28 : Avortement et dessèchement de feuilles et de fruits (Domaine Beni Mellal Bio)

Ce ravageur affaiblit la plante et peut surprendre le fruiticulteur et lui infliger de lourdes pertes de rendement pouvant atteindre les 50%. Les dégâts sont dus en particulier à une chute considérable de fleurs des deux premières vagues de floraison et développement et des jeunes fruits de grenadier (FAKHOUR *at al.*, 2011).



Figure 29 : Pullulation des ravageurs dans la fleurs (DBMB2019)



Figure 30 : Déformation et chute des fleurs de grenadier (DBMB2019)



Figure 31 : Chute des fleurs et fruits de grenadier (Domaine Beni Mellal Bio 2019)

II—8.2 Les dégâts indirects

Le produit de digestion des pucerons très riches en sucre s'accumule dans le rectum avant d'être rejeté avec les excédents aqueux encore très riche en hydrates de carbone et constituent le miellat qui provoque parfois l'altération des feuilles et des tiges et entrave la respiration et l'assimilation chlorophyllienne (BARTA et CAGAN, 2006).

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

II—8.2.1 Fumagine

Les pucerons excrètent un liquide riche en sucres, le miellat. Le miellat des pucerons est en réalité composé simplement de leurs déjections (Figure 32 et 33).



Figure 32 : déjections de puceron



Figure 33 : La fourmi stocke le miellat dans leur jabot social

Les pucerons produisent donc en grande quantité des déjections composées principalement d'eau et de sucre. C'est pour cela que l'on peut souvent observer dans la nature des fourmis autour d'un groupe de pucerons ou de cochenilles sur une plante : elles collectent le miellat sucré des pucerons (Figure 34 et 35).



Figure 34 : Fourmis s'installent sur le miellat (DBMB 2019)



Figure 35 : Fourmis collectent le miellat (DBMB 2019)



Figure 36 : Echantillon pucerons-fourmis (DBMB 2019)

Les produits non assimilés de la digestion de la sève élaborée, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante :

- Soit directement en bouchant les stomates, ralentissement l'ouverture de la fleur et la croissance de fruits.

D'après les figures 37,38 on observe que les fleurs-fruits touché par les pucerons, sont fermés, par contre les non colonisé par les aphides sont déjà ouverts.



Figure 37 : Ouverture des fleurs non colonisée par pucerons (DBMB)



Figure 38 : Feuilles-fruits colonisé non ouverte APBM (INRA) 2019



Figure 39 : Echantillon (DBMB 2019)

- Soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (FAKHOUR et al, 2011), (Figure 40, 41).



Figure 40: Décoloration des feuilles et fumagines sur fruits (DBMB)



Figure 41 : Fruits impropre à la commercialisation (DBMB)

II—8.2.2 Transmission des virus phytopathogènes

Qu'en s'alimentent les pucerons transmettent les virus entre les plantes ([BRAULT et al., 2010](#)). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

Les principaux virus ainsi que leurs vecteurs sont résumés dans le tableau suivant :

Nom du Virus	Principaux vecteurs	Symptômes des infections secondaires
PLRV(Potato Leaf Roll Virus)	<i>M. persicae</i> <i>A. solani</i> <i>M. euphorbiae</i> <i>A. nasturtii</i>	Feuilles enroulées en cuillères, dures et craquantes ; tubercules fils de petites tailles ; réseaux ; pertes de rendement
PVY(Potato Virus Y)	<i>M. persicae</i> <i>A. nasturtii</i>	Nécroses, rabougrissement des plants ; pertes de rendements
PVA	<i>M. persicae</i> <i>M. euphorbiae</i>	Marbrures; perte de rendement

Tableau 4 : Quelques virus transmis par pucerons ([DUVAUCHELLE et al. 2004](#)).

D'après [HARMEL et al. \(2008\)](#), les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20 % de pertes en rendement dans le Nord de la France.

II-9 Impact des produits phytosanitaires sur la santé humaine et les écosystèmes :

Depuis le milieu du 20^e siècle, d'importantes quantités de produits phytosanitaires ont été répandus dans l'environnement afin de lutter contre les ravageurs de cultures et des vecteurs de maladies (maladies humaines, animales et végétales). Trop souvent utilisés de façon non raisonnée, ces produits ont fini par causer un problème de contamination de la biosphère à court, moyen et long terme, car certaines de ces molécules mettent parfois plusieurs centaines d'années à disparaître complètement de ces milieux (NEWMAN et UNGER, 2003). Ces excès proviennent d'une connaissance limitée des risques de ces produits sur l'environnement, d'un manque d'effort et de réflexion sur la mise en place de solutions alternatives moins polluantes (NEWMAN et UNGER, 2003).

Les pesticides, toxiques pour les organismes visés, peuvent malencontreusement être néfastes pour des organismes non cibles. Ces produits phytosanitaires, pour la plupart rémanents sur de longues périodes (de quelques semaines à plusieurs décennies) sont ainsi conservés et transportés dans l'environnement via différentes composantes (eau, air, sol) conduisant alors à des pollutions à proximité des zones traitées ou à des distances considérables des territoires traités (NEWMAN et UNGER, 2003). Dès lors, on observe des effets négatifs sur les populations d'organismes vivants (CARSON R., 1962) dans ces milieux traités (ou non) que ce soit par des doses létales ou des doses sublétales entraînant des troubles chroniques (effets tératogènes, mutagènes, cancérigènes, reprotoxiques, neurologiques...). L'homme constitue l'une des cibles involontaires des pesticides. Les applicateurs des produits phytosanitaires sont les premiers touchés, par des doses potentiellement élevées. Cependant, les consommateurs sont également concernés par le fait qu'ils consomment des produits alimentaires susceptibles d'avoir été en contact avec ces produits. Les risques liés à ces deux principaux modes de contaminations sont dès lors différents en termes de risque pour la santé. Pour les premiers, il s'agit de risques liés à des expositions potentiellement élevées entraînant alors des effets négatifs dits aigus et précoces. Et pour les seconds, des risques liés à des expositions très faibles mais répétées entraînant alors des effets négatifs chroniques. Les effets aigus et précoces sont donc liés à des doses relativement élevées entraînant des effets délétères sur la santé humaine dans les heures ou jours qui suivent l'exposition. Les symptômes de ces contaminations dépendent des matières actives entrées en contact avec les applicateurs et manipulateurs de ces produits.

Selon Spiewak (**SPIEWAK, 2000**) il s'agit principalement de problèmes d'irritations et d'inflammations oculaires et cutanés, des problèmes affectant les systèmes nerveux, respiratoires, digestifs ou circulatoires.

Cependant, certains de ces produits, même à l'état de traces, constituent une menace pour la santé humaine dès lors que les expositions s'inscrivent dans la durée. Hormis les manipulateurs et préparateurs de pesticides qui sont exposés aux risques aigus et chroniques, les principales victimes d'effets chroniques sont les consommateurs. L'impact sur la santé humaine à long terme des produits phytosanitaires, est une préoccupation croissante chez les consommateurs. Certes les connaissances des effets à long terme sur la santé humaine sont parfois limitées mais des certitudes ont été mises en évidence pour certains de ces pesticides (**INSERM, 2013**).

On observe ainsi des effets sur la reproduction, des problèmes neurologiques (troubles comportementaux, maladies neurodégénératives), cancérologiques et problèmes liés aux perturbateurs endocriniens. Concernant les problèmes cancérologiques, les très nombreux cas de cancer de la prostate en Martinique sont particulièrement inquiétant et maintenant imputable, sans ambiguïté, à l'utilisation du Chlordécone, insecticide utilisé en bananeraie jusqu'en 1993 (**DIEVE et al., 2007 ; SLUTSKY et al., 1999**). Ces quelques exemples ne reflètent pas de manière exhaustive les problèmes liés à l'utilisation des produits phytosanitaires et leurs effets sur la santé humaine et leur impact sur les écosystèmes. C'est ainsi que, agriculteurs et consommateurs, cherchent des solutions plus respectueuses de l'environnement et des écosystèmes, présentant moins de risque. Des solutions de lutte biologique sont donc mises en place afin de proposer aux consommateurs des produits issus d'une agriculture biologique. En Martinique, le traumatisme causé par l'utilisation de la Chlordécone, poussent de plus en plus d'agriculteurs à s'orienter vers ce type de production. Il convient donc aux autorités (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, la DAAF Direction de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt), instituts techniques (Institut Technique Tropical, FREDON de Martinique) et instituts de recherche (INRA, CIRAD, Université des Antilles, IRSTEA et IRD) de proposer des solutions alternatives aux produits phytosanitaires. C'est ainsi que des méthodes de gestion agroécologiques des cultures sont mises en place progressivement chez les agriculteurs locaux.

II—10 Lutte contre les pucerons

L'importance des dégâts peut être liée directement à la taille des colonies de pucerons (dégâts directs) ou bien à l'action de quelques individus à fort pouvoir pathogène (cas des maladies à virus). La méthode de lutte doit tenir compte des différents types de dégâts ([TURPEAU et al. 2011](#)).

II—10.1 Lutte chimique

L'agriculture utilise de grandes quantités de produits chimiques artificiels comme engrais, comme insecticides ou herbicides et comme régulateurs de la croissance des plantes. Les insecticides et les herbicides sont épandus dans l'environnement pour lutter contre les insectes, les mauvaises herbes, les maladies des plantes et autres facteurs nuisibles qui influent sur les cultures ou l'élevage, ainsi que pour lutter contre les insectes qui transmettent les maladies humaines. Ils jouent donc un rôle de premier plan dans l'agriculture et en hygiène publique. Du fait de ses avantages en termes de rendement économique et d'amélioration de la santé et du bien-être de l'homme, cette technique de lutte chimique a été rapidement adoptée dans le monde entier. Toutefois, l'utilisation des insecticides dans les pays développés est souvent réglementée et surveillée à cause des problèmes qu'elle peut entraîner si elle n'est pas judicieuse.

II—10.2 Lutte génétique

La lutte génétique est l'une des méthodes pouvant se substituer à l'utilisation des insecticides. Elle consiste en l'élevage de masse d'insectes modifiés génétiquement ou non, dont les mâles sont ensuite relâchés afin, soit qu'ils stérilisent les femelles, soit qu'ils leur transfèrent des mutations létales ou qui altéreront leur capacité à transmettre une maladie. Une variante consiste à contaminer les femelles avec des symbiotes (organismes vivant en symbiose avec les insectes) modifiés ou non, qui stérilisent les femelles ou bloquent la transmission de la maladie ([BOUYER, 2015](#)).

II-10.3 Lutte par confusion sexuelle (Molécules des communications chimiques)

L'objectif est de rompre les communications chimiques entre les mâles et les femelles en inondant complètement l'atmosphère par les phéromones de synthèse ressemblant les phéromones sexuelles.

Ceci empêche la rencontre des mâles et femelles ce qui entrave toute reproduction et donc tout développement des populations du ravageurs.

II—10.4 Lutte autocide (Par male stériles)

Technique de l'insecte stérile TIS Sterile Insect Technique SIT.

La lutte autocide fait appel à des mâles stériles qui sont lâchés en grand nombre concurrençant ainsi les mâles sauvages et limitent très fortement la descendance des femelles.

II—10.5 Lutte microbiologique (Entomopathogenes)

Les biopesticides sont des composés non synthétiques ou des organismes (microbiens...) qui peuvent servir à lutter contre un ravageur ou le détruire.

Les biopesticides sont des produits renfermant des organismes naturels ou leurs gènes ou leurs métabolites qui sont employés pour protéger la végétation contre les ravageurs nuisibles. Taux de découverte de nouvelles souches est élevé. Homologation de nouveaux produits est simple, rapide et peu coûteuse

II—10.6 Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones).

Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou des traitements par tâches ([RYCKEWAERT et FABRE, 2001](#)).

II —10.7 Lutte biologique

Dans l'esprit des agronomes, la lutte biologique a toujours laissé suggérer une régulation « Top-down » ; c'est-à-dire qu'un niveau trophique est régulé par des organismes du niveau qui lui est immédiatement supérieur ([Schmitz, 1994](#)). Par exemple, l'abondance des herbivores est régulée par les carnivores. Cette vision de la régulation de l'abondance des herbivores s'inspire

des représentations exprimées par [Hairston et al. \(1960\)](#). Selon ces auteurs, « le monde est vert », c'est-à-dire que la couleur des plantes vertes domine les paysages, car l'abondance des herbivores est régulée par la mortalité que leur infligent les prédateurs. Sans cette régulation, les herbivores détruiraient la végétation et le monde serait alors brun !

Murdoch (1966) critiqua vivement [Hairston et al. 1960](#) et proposa des mécanismes alternatifs de régulation : le monde est toujours vert parce qu'il est « épineux et a mauvais goût ».

Autrement dit, la couleur dominante de la planète est encore verte car les végétaux ont mis en place des systèmes de défense physique ou chimique contre leurs consommateurs. Dans cette représentation, la population des herbivores est contrôlée directement par la ressource qu'elle exploite et non par l'action des carnivores. L'abondance des herbivores pourrait donc tout aussi bien être régulée par des forces se propageant du bas vers le haut des chaînes trophiques, c'est ce qu'on appelle une régulation « Bottom-up ». Toutefois, les personnes intéressées par la lutte biologique semblent fréquemment ignorer ces deux possibilités de régulation démographique des populations et ne retenir que la première.

Outre cette ignorance des deux grands modes de régulation des chaînes trophiques, les travaux en lutte biologique sont rarement appuyés par des études écologiques permettant de comprendre les mécanismes responsables d'évaluer son efficacité et de définir les conditions d'application efficace ([PIMENTEL et al., 1984](#)). A titre d'exemple, la lutte biologique telle que pratiquée actuellement est toujours basée sur l'hypothèse des effets de cascade qui stipule que lorsqu'on augmente la population d'une espèce à un niveau trophique donné (les ennemis naturels), ceci se répercute sur le niveau inférieur par une diminution d'abondance des ravageurs et ce qui, à son tour, se répercute sur le niveau inférieur des plantes, en augmentant leur population et/ou leur production ([WOOTON, 1994](#)). Or, l'effet cascade, fondement théorique de la lutte biologique, peut être annihilé par des interactions horizontales entre individus du même niveau trophique, ou des interactions verticales débordant les trois seuls niveaux trophiques présentés en lutte biologique ([ROSENHEIM, 1998](#)). Plusieurs études récentes ont démontré que les interactions de ce type sont omniprésentes et peuvent même être prépondérantes dans certains systèmes ([Lucas et al., 1998](#)). Un bon exemple de ces interactions qui touchent la lutte biologique est celui de la prédation intragilde. Celle-ci survient lorsqu'un ennemi naturel tue et dévore un compétiteur, donc un organisme qui s'attaque aux mêmes proies que lui ([POLIS et al., 1989](#)). En 1993, dans des champs de coton aux USA, des lâchers de chrysopes (Neuroptères, *Chrysopidés*) prédatrices pour lutter contre le puceron du cotonnier, *Aphis gossypii* Glover ont échoué parce que des

punaises prédatrices Hémiptères des pucerons présentes naturellement dans ces champs, ont consommé les chrysopes (ROSENHEIM *et al.*, 1993). Cette méthode de lutte biologique par introduction d'ennemis naturels a souvent montré des résultats mitigés (Rosenheim, 1998) à cause de nombreuses lacunes, notamment dans la compréhension de l'effet de cascades ou à cause de la non-acclimatation des espèces introduites (HALAJ & WISE, 2001).

II—11 Agroécologie une approche plus respectueuse de l'environnement

Dans les pays développés les agriculteurs sont appelés à abandonner progressivement les pratiques actuelles d'une agriculture trop intensive et dont les conditions ne peuvent être durables sur un plan écologique (WEZEL *et al.*, 2009). Il s'agit donc de trouver des solutions qui puissent apporter à la fois une production suffisamment efficace pour nourrir une population en perpétuelle croissance, et une production respectueuse de l'environnement, c'est donc par voie de fait que deux disciplines parfois trop souvent distantes, ont fusionné : l'agronomie et l'écologie, pour ne former qu'une seule et même discipline, l'Agroécologie (WEZEL *et al.*, 2009). En tant que discipline scientifique, l'agroécologie est relativement nouvelle puisqu'on la voit apparaître durant la décennie des années 1970. Maintenant considérée comme une discipline scientifique (et comme un ensemble interdisciplinaire) à part entière, qui à la différence d'une agronomie conventionnelle utilisant d'importantes quantités d'engrais, d'amendements et de produits phytosanitaires se base sur la mise place de concepts et de principes d'écologie et d'une gestion durable des systèmes agricoles (WEZEL *et al.*, 2009 ; WEZEL *et SOLDAT*, 2009).

Une des préoccupations majeures de cette méthode de gestion des parcelles agricoles est la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Cela passe donc par la réduction progressive de l'utilisation de ces produits de synthèse et par conséquent une augmentation des méthodes de lutte biologique envers les bioagresseurs, afin de remplacer l'action des pesticides (CARDINALE *et al.*, 2006). Il s'agit donc de chercher à maximiser les « effets de la biodiversité » au sein des parcelles agricoles sur le modèle de ce qui se passe dans les écosystèmes naturels. Ainsi, DEGUINE *et al.*, (1997) définissent la protection agroécologique des cultures comme « la mise en place des mesures préventives visant à établir des équilibres bioécologiques entre les communautés animales et végétales de l'agrosystème dans le but de prévenir ou de réduire les risques d'infestations et de pullulations des bioagresseurs.

D'après l'organisation internationale de la lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles **I'O.I.L.B (1971) ; LAMBERT (2005) et MAISONHAUTE (2009)**, la lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes,...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations de nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures.

II—11 Rôle des ennemis naturels

Les pucerons constituent une ressource alimentaire abondante et régulière utilisée par de nombreux organismes ou ennemis naturels, selon **RAMSDEN et al, (2015)**.

A ce titre, plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations de pucerons. Les prédateurs chassent et dévorent leurs proies, par contre les parasitoïdes procèdent différemment. Ils pondent dans l'abdomen des insectes.

II—11.1 Insectes auxiliaires du puceron : Prédateurs

Principalement **les coccinelles (Coleoptera : *Coccinellidae*)**, **les chrysopes (Neuroptera : *Chrysopidae*)**, **les cécidomyies (Diptera : *cecidomyiidae*)** et **les syrphes (Diptera : *Syrphidae*)**.

Coccinelles :

Les coccinelles sont parmi les auxiliaires du puceron les plus célèbres, elle possède quatre stades larvaires particulièrement voraces qui peuvent consommer jusqu'à 100 pucerons par jour. Le cycle de développement de l'œuf à l'adulte comprend 4 stades larvaires et peut s'accomplir en un plus de trois semaines sous des températures de 20-25°C. En plus des adultes, les larves de 3ème et 4ème stades sont les plus voraces. La femelle adulte pond les œufs en petits groupes près des foyers des pucerons. Les premières larves commencent à se nourrir sur les proies de petite taille les plus proches. Au fur et à mesure, la larve acquiert plus de mobilité, ce qui élargit son spectre d'activité (**KINDLMANN et al., 2007; POWELL & PELL, 2007; OBRYCKI et al., 2009**).

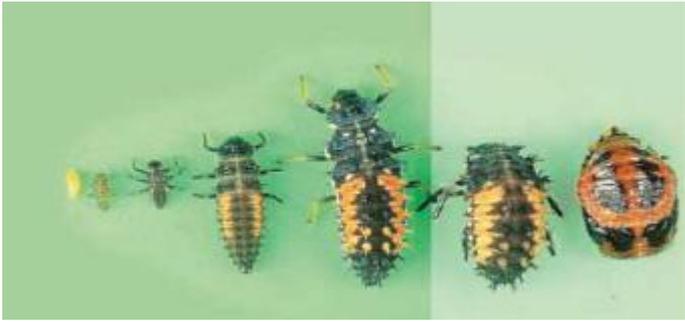


Figure 42: Les différents stades de développement de la coccinelle de l'œuf (à gauche) à la nymphe (à droite)

Ce prédateur est utilisé en premier lieu sur les plantes ornementales, en arboricultures fruitières et sur cultures horticoles, les lâchers sont localisés sur les foyers en combinaison avec d'autres auxiliaires (exp: Parasitoïdes).

La coccinelle à 7 points (*septempunctata*) est parmi les auxiliaires du puceron les plus célèbres, c'est une espèce de coccinelle typique dans nos région, elle se nourrit activement sur les principales espèces de pucerons qui s'attaquent aux arbres, arbustes et plantes herbacées.

- Incubation coccinelle de larve à l'imago réalisé au laboratoire de l'INRA (QPBM).



Figure 43: Larves de coccinelle au boit de pétrie (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)



Figure 44: Nymphe de coccinelle (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)



Figure 45: Imago sort laissant,son exuvie (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)



Figure 46: Coccinelle adulte 7 points nymphe (AGROPOLE-INRA Beni Mellal 2019)

- Incubation de coccinelle *cryptolaemus montrouzieri* jusqu'à l'obtention de l'imago réalisé au laboratoire de l'INRA- Qualipôle Beni Mellal.



Figure 47 : Larve blanchâtre (INRA, Agro-pole BM 2019)



Figure 48 : Coccinelle *cryptolaemus montrouzieri* (INRA, Agro-pole BM2019)

Chrysopes :

Seules les larves de Chrysopes (*Chrysoperla carnea*) sont prédatrices. La larve de chrysope est très polyphage, elle se nourrit des pucerons, acariens, thrips, œufs de papillons, toutefois elle semble avoir une préférence pour les pucerons qu'elle attrape à l'aide de ses mandibules. Les larves de chrysopes sont des prédateurs redoutables. Elles consomment jusqu'à 500 pucerons ou 10000 acariens au cours de leur développement (MIGNON, J. 2007).



Figure 49 : Larve se nourrie à la jeune pousse (DBMB2019)



Figure 50: Larve de chrysope (INRA-DBMB2019)



Figure 51: Chrysope adulte DBMB2019

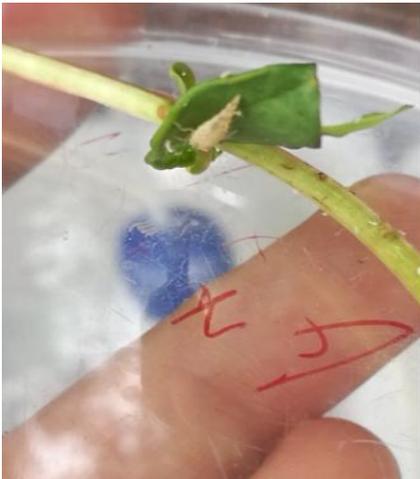


Figure 52 : Larve de chrysope cherche sa proie au boit de péturie (DBMB2019)



Figure 53 : Larve en train de manger (INRA-DBMB2019)



Figure 54 : Larve prédatrice

Syrphes :

Le syrphe est une espèce indigène abondamment présente dans nos agroécosystèmes. Elle possède de nombreux atouts en tant qu'agent de lutte biologique. En effet, ce Diptère, aphidiphage au stade larvaire, est retrouvé sur une large gamme de végétaux (Apiacées, Astéracées, Brassicacées, ...) et se nourrit de nombreuses espèces de pucerons. Trois jours après la ponte d'œufs à proximité des colonies de pucerons, de petites larves (1.5mm) blanchâtres peuvent être observées sur les végétaux. Capables de parcourir jusqu'à un mètre dès leur émergence, ces dernières entament très rapidement une recherche de proies (MIGNON, J. 2007).

Si les adultes se nourrissent de pollen et nectar, ce sont les larves qui sont, pour la majorité des espèces, aphidiphages, c'est-à-dire consommatrices de pucerons. Cette spécialisation en fait des auxiliaires potentiellement très efficaces dans la lutte biologique des pucerons.

Particulièrement voraces au second et au troisième stade, les larves peuvent consommer chacune jusqu'à 1200 pucerons en une dizaine de jours. Suite à 2 mues successives, les larves de troisième et dernier stade recherchent un site de nymphose et forment des pupes hors desquelles émergeront, une semaine plus tard, de nouveaux adultes (MIGNON, J. 2007).

Ceux-ci présentent également un grand intérêt puisqu'ils participent activement à la pollinisation de nombreuses espèces végétales. Par ailleurs, les femelles d'*Episyrphus balteatus*, très sélectives quant à leur site d'oviposition, privilégient les plants infestés de colonies de pucerons en pleine expansion : ceci assure une lutte biologique optimale sur le terrain et l'éradication des aphidiens dommageables à nos cultures.



Figure 55 : Larve de syrphe se nourie au niveau de rameaux (DBMB2019)



Figure 56 : Larve de syrphe, cherche les pucerons au jeune pousse (DBMB2019)



Figure 57 : Larve de syrphe au boit de pétrie (AP-INRA2019)



Figure 58 : Larve de syrphe au boite de pétrie (AP-INRA2019)



Figure 59 : Larve de syrphe cherche ses proies (AP-INRA2019)



Figure 60 : Larve de syrphe repéré sa proie au boite de pétrie (AP-INRA2019)



Figure 61 : Larve au stade naïf (transformation en adulte) (AP-INRA2019)



Figure 62 : Sortie de l'adulte (AP-INRA2019)



Figure 63 : Syrphe ceinturé *Episyrrhus balteatus* (DEGEER)

Cécidomyie :

La cécidomyie est une petite mouche indigène dans la famille des Cécidomyiidae. L'adulte ressemble à un petit moucheron (2-3 mm) et possède de longues pattes. Les adultes sont actifs au crépuscule. Les larves se nourrissent de pucerons, de cochenilles, d'aleurodes, de psylles et d'autres insectes ou bien d'acariens. Les larves d'*Aphidoletes aphidimyza* peuvent, suivant les conditions de température et d'humidité, attaquer au total entre 10 et 100 pucerons. L'efficacité de la prédation est d'autant plus importante que la colonie de pucerons est vaste. Les larves ont l'habitude de tuer plus de proies qu'il ne leur est nécessaire pour satisfaire leur besoins alimentaires. Celles-ci inoculent une toxine paralysante avant d'aspirer les fluides du corps de leurs proies. Les adultes d'*Aphidoletes aphidimyza* se nourrissent de miellat.



Figure 64: larve attaque le puceron



Figure 65: larve prédateur



Figure 66: cécidomyie adulte

II—11.2 Insectes auxiliaires du puceron : Parasitoïdes

Les parasitoïdes

Le terme de parasitoïde a été introduit par REUTER (1913), Ces parasitoïdes ont un rôle de régulateur des ravageurs dans la nature.



Figure 67 : incubation de parasitoïdes au boîtier de pétri.



Figure 68 : parasitoïde adulte.

La femelle pond un œuf dans le corps du puceron. Le développement de la larve passe par quatre stades qui se déroulent dans le corps du puceron (ROBERT, 1982). Le ravageur parasité il se fige, gonfle et prend une couleur jaune doré appelé momie. Le parasite quitte la momie par un trou de sortie (REBOULET, 1999), (Figure 90).

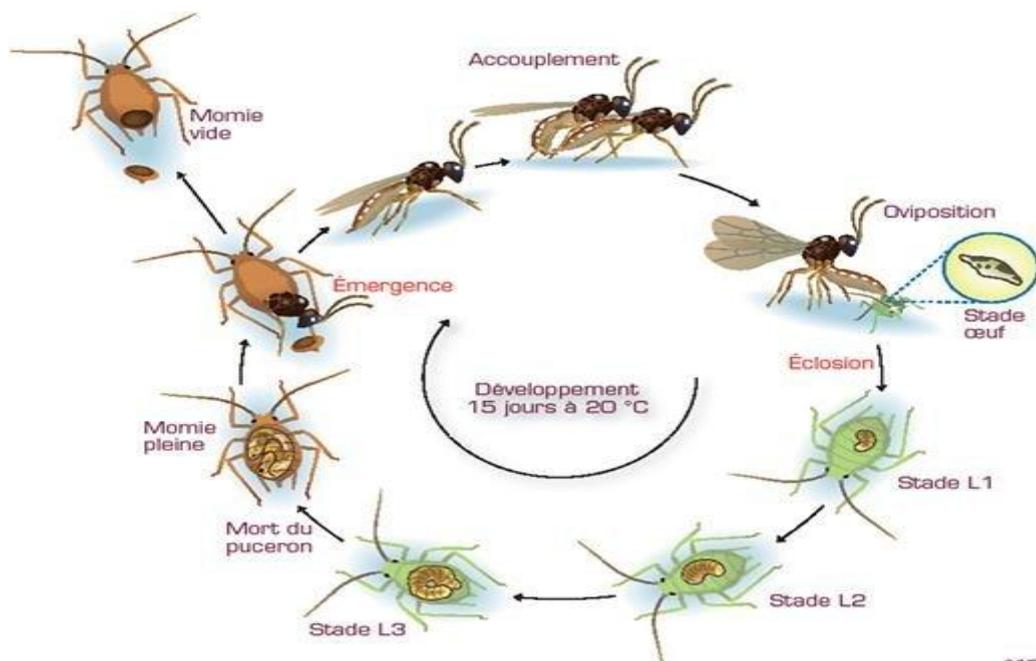


Figure 69: Cycle biologique d'un hyménoptère parasitoïde de pucerons. D'après Chaubet (INRA Encyclop'aphid).

- Parasitisme des pucerons, laboratoire de l'INRA (AGROPOLE Beni Mellal).



Figure 70 : Accouplement de parasitoïde



Figure 71: Parasitoïde cherche son hôte

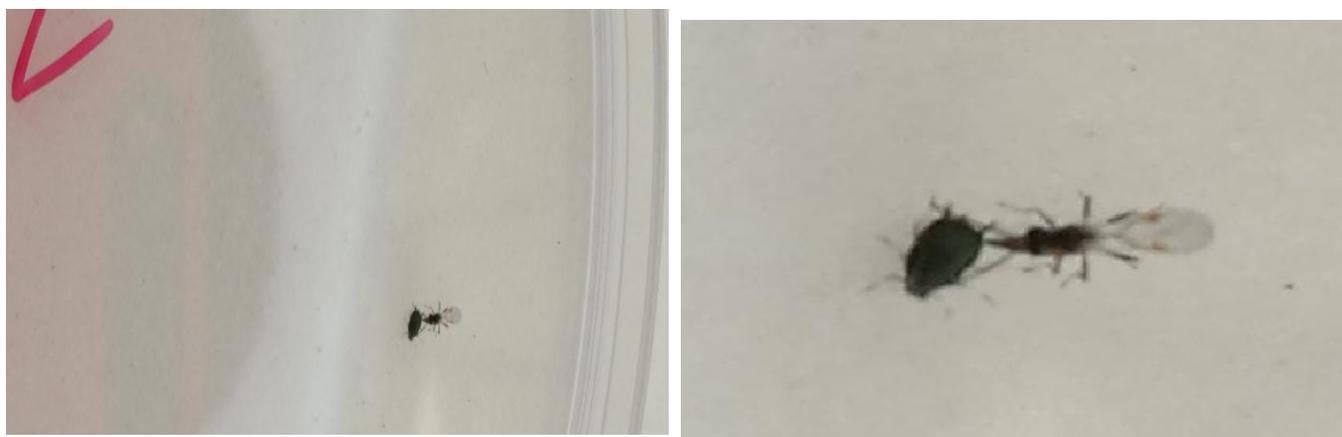


Figure 72 : Oviposition dans la boîte de pétri

Les pucerons parasités ne meurent pas tout de suite. Ils ne mangent et ne sécrètent plus de miellat mais ils peuvent encore transmettre des maladies virales jusqu'à l'éclosion de l'œuf de l'hyménoptère. (Figure 88)



Figure 73 : Oviposition

Le ravageur parasité se transforme en momie : il se fige, gonfle et prend une couleur jaune doré. Le parasite quitte la momie par un trou de sortie (REBOULET, 1999), (Fig. 89).



Figure 74 : Momies au jeune pousse (DBMB 2019)

Figure 75: Momies dans le fruit de grenade au boîte de pétri (DBMB 2019)

Une femelle peut parasiter 100 à 200 pucerons en 7 jours (REBOULET, 1999). La durée de développement est d'environ de deux semaines, de l'œuf à l'adulte.

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III
Partie expérimentale

III-- Matériel et méthodes

III--1 Description générale du site d'étude

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le périmètre irrigué de Tadla se situe à 200 km au Sud-Est de Casablanca, à une altitude moyenne de 400m et couvre une superficie de 3600 km² environ. Cette plaine est traversée sur toute sa longueur par l'Oued Oum Rbiâa (ORMVAT).

Population :

Selon le recensement de l'année 2014, la population de la zone d'action de l'ORMVAT s'élève à 649.204, avec une prédominance de la population rurale représentant 65% de la population totale; Nombre d'agriculteurs :58.000 agriculteurs dont 53% en bour et 47% en irrigué.

Climat :

Le climat est de type aride à semi-aride avec une saison sèche d'Avril à Octobre et une saison humide de Novembre à Mars. La pluviométrie annuelle est de 300 mm.

La température moyenne est de 18°C avec un maximum en Août de 38°C et un minimum en Janvier de 3,5 °C.

Topographie :

Altitude moyenne : 400 mètres ;

La plaine ne présente aucun relief et la topographie est généralement régulière sauf le long des Oueds et dans la zone du piémont de l'Atlas où apparaît une série de cônes de déjection.

Les Domaines Agricoles :

Les Domaines Agricoles comptent plusieurs sites de production agricole et agro-industrielle répartis sur le territoire marocain, de Dakhla à Berkane en passant par les régions du Souss, d'El Haouz, du Saïss et du Gharb. Dans notre cas DOMAINE BENI MELLAL BIO (Figure 76), le site se trouve dans le périmètre irrigué de Tadla. Elle s'étend vers une superficie de 85 hectares.



Figure 76 : Site expérimentale (DBMB 2019)

III--2 Matériel et méthodes

Pour l'étude de la dynamique des entomophages associés aux pucerons, l'échantillonnage a été réalisé au terrain dans un verger bio de grenadier (Domaine Beni Mellal Bio).



Figure 79 : Site d'étude (Verges de grenadier, DBMB 2019)

L'élevage et le suivi des échantillons est réalisé dans l'Institut Nationale de la Recherche Agronomique de Beni-Mellal (INRA) qui se trouve au sien de l'AGROPOLE BENI MELLAL.

L'observation des populations de pucerons et leur ennemi naturelle est effectuée à l'œil nu et à la loupe portative chaque semaine. Les colonies de pucerons se développent sur les rameaux de grenadier, les feuilles et surtout sur les jeunes pousses. 20 arbres sont suivis tout au long de l'étude.



Figure 78 : Prélèvement et l'observation des échantillons

Présentation de la méthodologie :

Les observations sont réalisées dans un verger de grenadier de Domaine Beni Mellal Bio (DOMAINES AGRICOLE) situé dans le périmètre irrigué du Tadla, la lutte contre les pucerons est en mode de production biologique. Les sorties au terrain se font chaque semaine, ils ont eu lieu d'Avril à Mai selon le tableau suivant :

Sorties	Date
Sortie 1	02/04/2019
Sortie 2	10/04/2019
Sortie 3	17/05/2019
Sortie 4	24/05/2019
Sortie 5	01/05/2019
Sortie 6	08/05/2019
Sortie 7	15/05/2019
Sortie 8	22/05/2019
Sortie 9	29/05/2019

Tableau : Neuf sorties (observations).

Nous avons effectué 9 sorties, les observations portent sur un nombre de 20 arbres pour chaque sortie, ces arbres sont choisis aléatoirement. Chaque arbre à divisé en deux parties (partie supérieur et partie inférieure) 4 répétitions (observations). 3 sur le terrain et la quatrième observation dans laboratoire de l'INRA.

Au niveau de la partie supérieure qui se trouve en haute de l'arbre (H-A), ([Figure 80](#)) on note trois observations sur place (on note seulement les momies observées dans la colonie), on mit un rameau qui contient d'une colonie de pucerons au boîte de pétri et en le prend pour le suivi au laboratoire (incubation), pour identifier les momies apparie (pucerons parasité) durant la semaine d'incubation. La même procédure pour chaque arbre, ce qui signifié 60 observations enregistrées au fiche d'inventaire sur place et 20 colonies prélevés au laboratoire pour l'ensemble de l'échantillonnage en haut de l'arbre.



Figure 80 : Observation et prélèvement de l'échantillon en haut de l'arbre (DBMB2019)

Au niveau de la phase inférieure (B-A) qui se trouve au pied (en bas) de l'arbre ([Figure 81](#)) de grenadier on note une seule observation sur place (en verge de grenade) et l'enregistre dans la fiche d'inventaire. On mit ce rameau au boîte de pétri pour l'incubation (le suivi au laboratoire). Ce qui signifié 20 observations enregistrées au terrain et 20 colonies prélevé au laboratoire pour l'ensemble totale des arbres en verge de grenadier.



Figure 81 : Observation et prélèvement de l'échantillonne au pied (gourmand) de l'arbre, (DBMB2019)

En touchant toutes les parties de la parcelle (bordures, centres) afin d'avoir une idée globale sur le développement du puceron et leurs ennemis naturels, les colonies de pucerons se développent sur les flushs (jeunes pousses ou jeunes rameaux), l'observation des populations de pucerons est effectuée à l'œil nu et à la loupe portative. Les échantillons sont effectués sur les mêmes arbres. Pour ce fait ces arbres sont marqués par un ruban en plastique.

Dénombrement de prédateurs (Annexe 1) :

Pour les prédateurs, spécifiquement les coccinelles, les cécidomyies, les syrphes et les chrysopes, le dénombrement porte sur le nombre des larves et des adultes présents dans les colonies de pucerons. Exemple de coccinelles (Figure 82)



Figure 82 : Larve prédatrice de coccinelle présente dans la colonie de pucerons (DBMB 2019)

Dénombrement de parasitoïdes (Annexe 1) :

Pour les parasitoïdes le dénombrement porte dans un premier temps sur le nombre de momies identifiées au moment de l'observation au terrain. Le reste de l'échantillon va être incubé au laboratoire dans les mêmes conditions avec une photopériode de 16h à 18h.

Durant une semaine, on note chaque jours le nombre des momies qui apparaissent et le nombre des parasitoïdes qui ont émergé. Mais pour avoir un taux correct de parasitisme, il faut passer par la dissection sous la loupe binoculaire (Figure 83). Pour ce faire, 30 pucerons adultes et aptères prélevés au hasard au cours de chaque sortie, ont subi une dissection sous la loupe binoculaire pour vérifier s'ils sont parasités ou non.

L'effectif total des parasitoïdes est la somme du nombre de momies identifiés au moment de l'observation sur le terrain, le nombre noté au cours de l'incubation des échantillons pendant toute la semaine et le nombre noté après dissection.

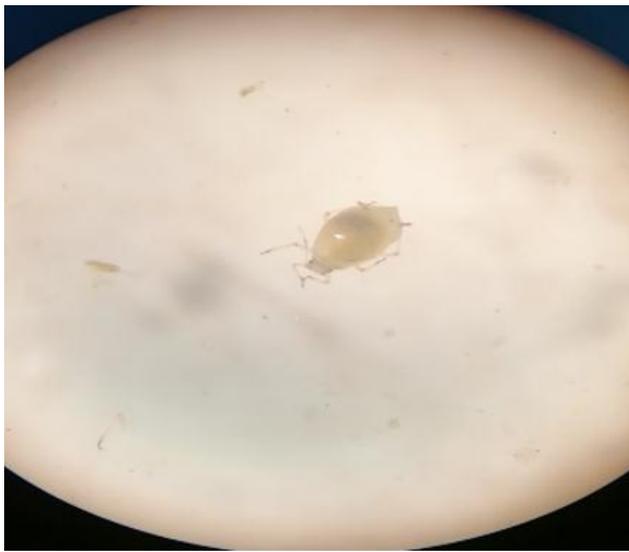


Figure 83 : observation binoculaire de puceron



Figure 84 : Observation binoculaire de parasitoïde après la dissection du puceron

L'échantillon va être incubé au niveau de laboratoire dans les conditions suivantes : Température à 21 c° avec une variation de $\pm 2^\circ$ C. L'humidité relative 70% $\pm 10\%$. La photopériode de 18h pour 16h. Les observations sont réalisées toute la semaine, sur lesquelles on note le nombre cumulé des momies apparues suivi par un comptage des parasitoïdes émerger.



Figure 85 : Incubation des échantillons prélevés.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre V

Résultats et discussions

V-- Résultats

L'**inefficacité** de la plupart des pesticides chimiques **dû** au développement **de la résistance** chez les ravageurs à combattre et les **risques** qu'ils présentent sur l'environnement et la **santé** du producteur et du consommateur reflète l'intérêt d'étudier la diversité et la dynamique des populations d'insectes auxiliaires aphidiphages. Les parasitoïdes et plusieurs familles d'insectes prédateurs peuvent contrôler les populations de pucerons.

IV—1 Evolution de la dynamique des entomophages prédateurs associés aux pucerons

1. Evolution des entomophages prédateurs associés aux pucerons en haute de l'arbre (H-A) de grenadier (Figure 80).

Au niveau de l'ensemble des entomophages prédateurs dans le verger de grenadier de Domaine Beni Mellal Bio (DBMB), l'évolution de la dynamique en moyenne est très variable d'une observation (semaine) à l'autre pour la durée de 02-04-19 à 29-06-19. Les pics des auxiliaires prédateurs les plus élevés sont observés durant l'observation de suivi 6, (~ 0.53 de coccinelle, ~ 0.33 de cécidomyie). Les pics moyennes sont observés durant les semaines 8, 4,5 et 2, soit respectivement (~ 0.18 de cécidomyie, ~ 0.12 de coccinelle), (~ 0.13 de coccinelle), (~ 0.11 de coccinelle) et de (~ 0.09 de cécidomyie). Une variation des insectes auxiliaires prédateur de pucerons reste variable et faible pour le reste des semaines allant de l'observation 1 (~ 0.03 en moyenne de coccinelle et 0.02 de cécidomyie) à l'observation 5 (~ 0.03 de chrysope), le reste est très faible ou bien nul (Figure 86). Cette variation inter-semaine, entre autres, peut être expliquée par la chronologie d'apparition spécifique à chaque espèce ainsi les facteurs biotiques (concurrence ou l'abondance et l'absence de leurs proies). Les conditions environnementales telles que les conditions climatiques comptent parmi les principaux changements globaux auxquels les ravageurs doivent faire face. Parmi ces conditions on trouve la température (HULLE et *al*, 1999; HULLE et C d'ACIER, 2007), l'humidité, le vent, et la pluie (DEDRYVER (1982). Spécifiques les précipitations et la température, cette dernière marquée comme le principal facteur qui contrôle le développement des aphidiens.

La présentation des prédateurs au cours de l'ensemble des observations (Figure 87), montre que les coccinelles parmi les prédateurs les plus abondants de 49 %, suivi par les cécidomyies de 40 %, puis les chrysopes de 6%, finalement les syrphes à 5 %.

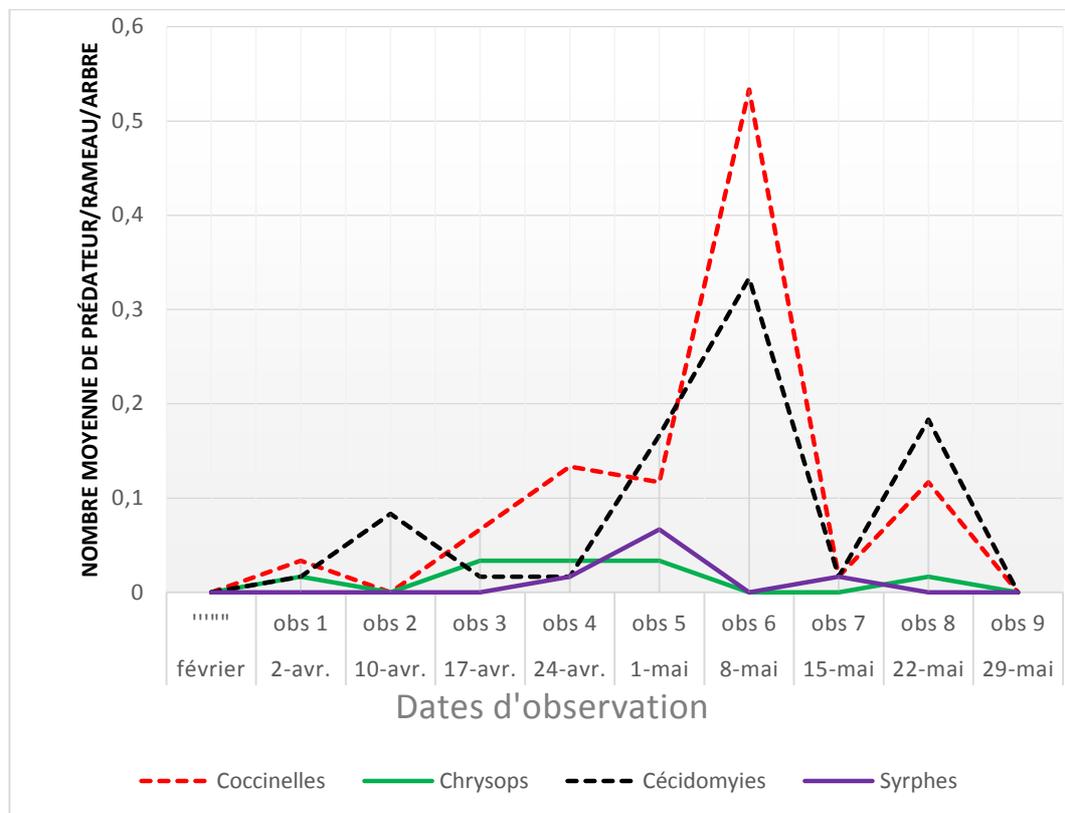


Figure 86: Evolution des prédateurs associés aux pucerons en fonction du temps (semaine) en haut de l'arbre de grenadier.

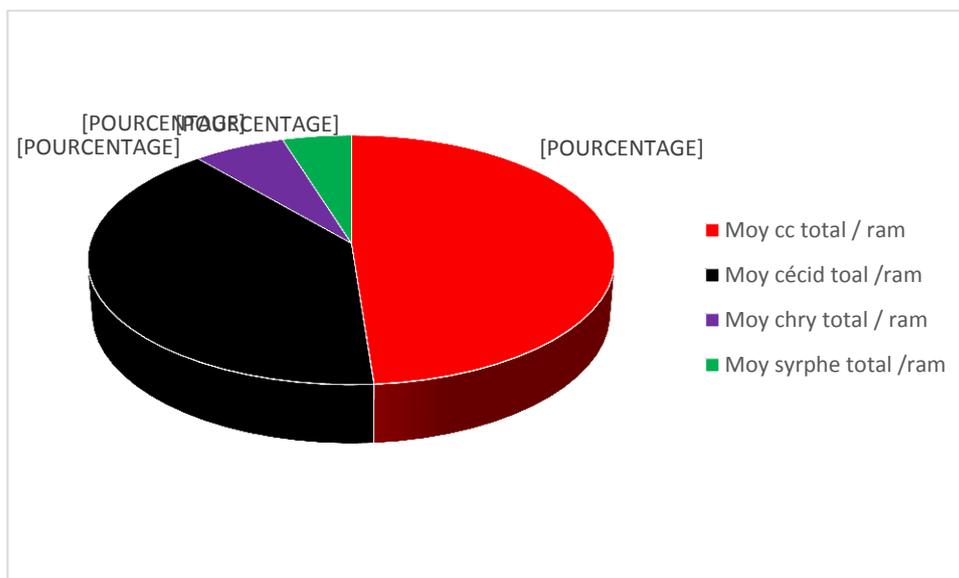


Figure 87 : Evolution des prédateurs associés aux pucerons en pourcentage (en haute de l'arbre).

Evolution des prédateurs associés aux pucerons au niveau de gourmands de grenadier (Figure 81) :

Au niveau de l'ensemble des prédateurs du verger de grenadier de Domaine Beni Mellal Bio (DBMB), l'évolution de la dynamique des insectes prédateurs en moyenne est très variable d'une semaine à l'autre pour la durée de 02-04-19 à 29-05-19 (Figure 88). Les pics les plus élevés sont spécialisé pour la cécidomyies durant les observations 2 (~0.80), 5 (~0.70) et 6 (~0.60). Les observations (semaines) 1, 3, 6 et 8 enregistrent des pics moyennes dominé par la coccinelle d'un nombre moyen de prédateur par rameau soit respectivement : ~ 0.29 (chrysope), 0.40 (coccinelle), de 0.40 (cécidomyie) et de 0.30 (cécidomyies). Une variation de nombre des entomophages prédateurs reste variable pour le reste des observations mais faible allant de 0.05 (observation 2, chrysope) à 0.10 (observation 9, syrpe), le reste variable est très faible. Cette variation, peut être expliquée par les facteurs climatiques de la région (exemple la température, précipitations). Cette fois ci à la base de l'arbre (gourmands) de grenadiers (Figure81), la cécidomyie dominante, elle dépasse la moitié de la somme totale des prédateurs de pucerons au cours de l'ensemble des observations, elle représente 56%, suivi par la coccinelle de 31 %, la chrysope reste en troisièmes dans les deux sections avec une moyenne faible de 9 % et le syrpe au dernier dans les deux cas, avec une moyenne très faible égal à 4 % (Figure 89).

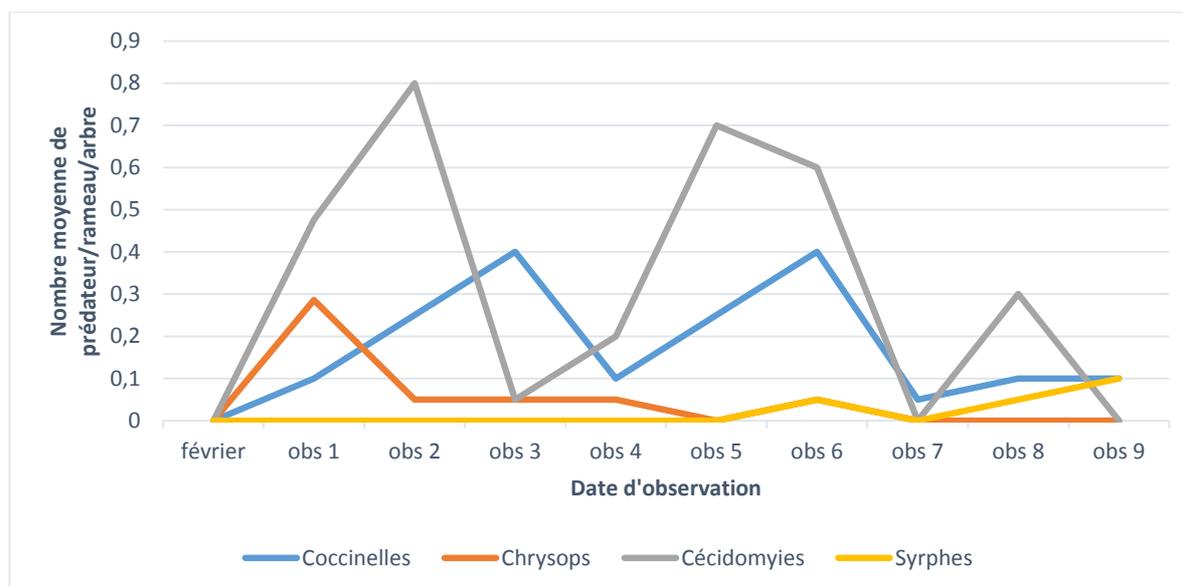


Figure 88 : Evolution des prédateurs associés aux pucerons en fonction du temps (semaine) en gourmand l'arbre de grenadier (B-A).

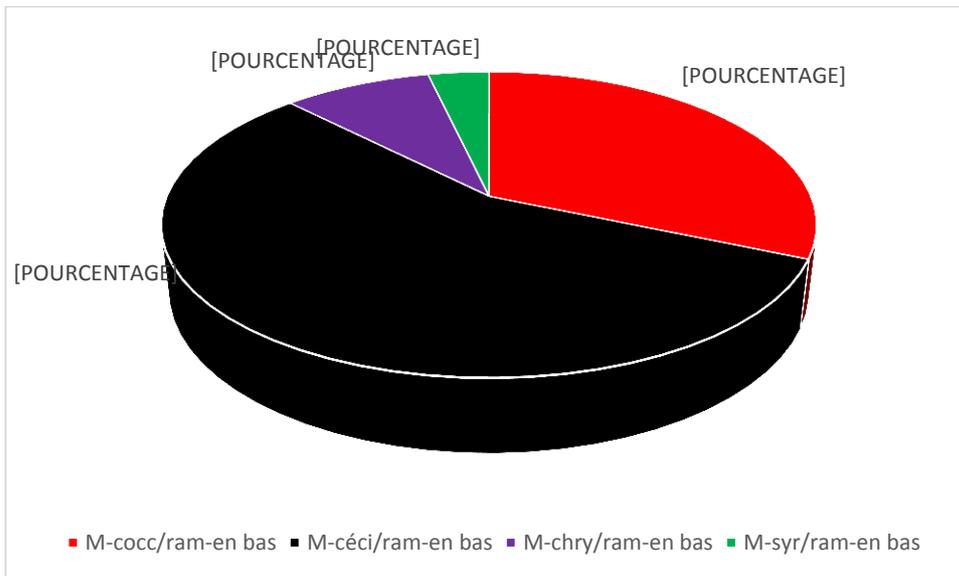


Figure 89 : Evolution inter-semaines de la somme total des prédateurs associés aux pucerons en gourmand de l'arbre de grenadier.

1. Examen de l'évolution des prédateurs associés aux pucerons en fonction de temps et de climat (température et précipitations) :

Cécidomyie :

Au niveau de chaque section de l'arbre de grenadier de la verge de DBMB, soit en H-A ou en B-A ; la même tendance d'évolution des pics des nombres moyennes de coccinelles est noté pour les deux sections étudiées durant toute la durée d'étude de 02-04-2019 à 29-05-2019. (Figure 90)

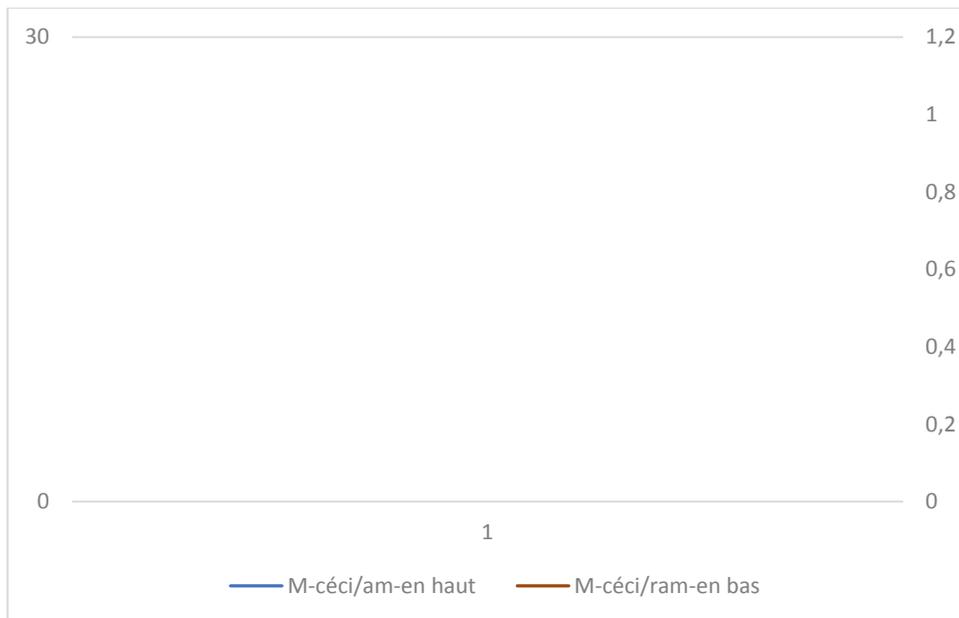


Figure 90 : Evolution de la tendance de la cécidomyie entre les deux sections en fonction de temps.

Toutefois, les pics de la section H-A enregistre des nombres moyennes de cécidomyies plus faible toutes la durée d'observation (de 02-04-2019 à 29-05-2019), par rapport à celles de B-A, sauf dans les observations 7 et 9, les pics sont absents pour les deux sections (Figure 90).

Les cécidomyies dans les gourmandes de l'arbre de grenadier sont abondant que la zone haute de l'arbre de grenadier au DBMB.

Cette différence des taux de nombres moyens de cécidomyies entre les deux zones H-A et B-A pourrait s'expliquer par la différence de micro climat entre les deux strates, ainsi par l'abondance des proies (pucerons), conditions optimale pour la pente de la cécidomyie dans les colonies de pucerons au niveau du gourmand de grenadier.

Tandis que la variation de la disponibilité des proies est expliquée généralement par les facteurs liés au climat principalement la température et les précipitations.

Ainsi, l'examen de l'évolution des pics de cécidomyies en fonction de temps et climat (précipitations), a montré la présence d'une relation réciproque entre ces deux variables. Ces derniers ont montré une tendance de diminution grave de nombres moyens de cécidomyies avec la présence de la pluviométrie (4 mm) en excès, entre l'observation 2 (10-04-2019) et l'observation 3 (17-04-2019) (Figure 91). Par ailleurs, la faible pluviométrie de l'ordre de 1.29 mm dans l'observation (4) à 0.57 mm dans l'observation 5, qui rendre le milieu humide et favorable pour ces derniers, ce qui fait les pics enregistrés sont positif avec une augmentation de l'ordre de 0.02 dans la semaine 4 (24-04-19) à 0.33 de nombres de cécidomyies moyens dans l'observation 6 (08-05-19) en phase H-A, et de l'ordre de 0.20 (observation 4) à 0.60 (observation 6) en phase B-A, (Figure 91). De même, l'examen de l'évolution des pics de nombre moyens de cécidomyies en fonction de temps et de température, a montré la présence d'une relation directe entre ces deux variables. L'observation 7 enregistre une chute totale de nombres moyens de cécidomyies dans les deux sections soit en H-A et en B-A ceci pourrait être expliqué par le pic létal (28C° T moyen, T Max 46.5 C°) de la température (Figures 91,91). D'après (HULLE et al, 1999; HULLE et C d'ACIER, 2007), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important; ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron n'émet plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale.

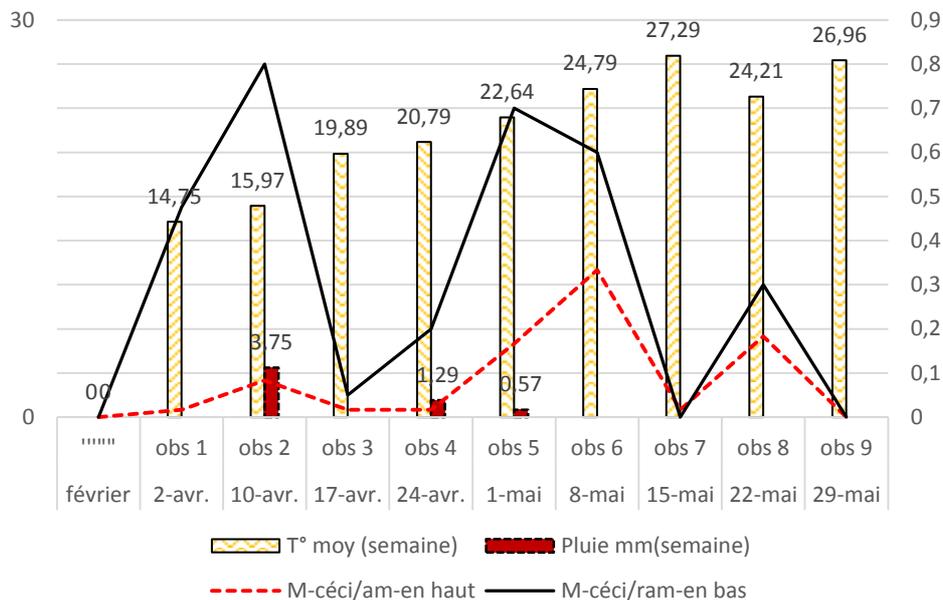


Figure 91 : Evolution de la dynamique de la cécidomyie en fonction de temps et de climats (Température et pluviométrie).

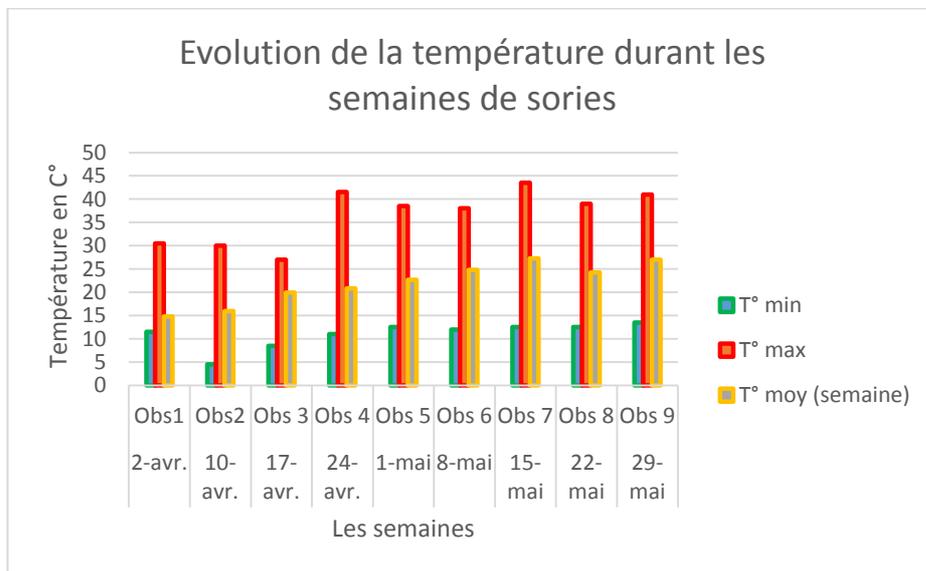


Figure 91 : Evolution de température en fonction de temps et de climats (Température et pluviométrie).

Coccinelle :

Au niveau de chaque section de l'arbre du verger de grenadier de Domaine Beni Mellal Bio (DBMB), on observe qu'à partir de la semaine 5 (01-05-19) soit en haut-arbre (Figure 81) ou en bas-arbre (Figure 80), la même tendance mobile de pic est notait pour les deux sections étudiées (Figure 92).

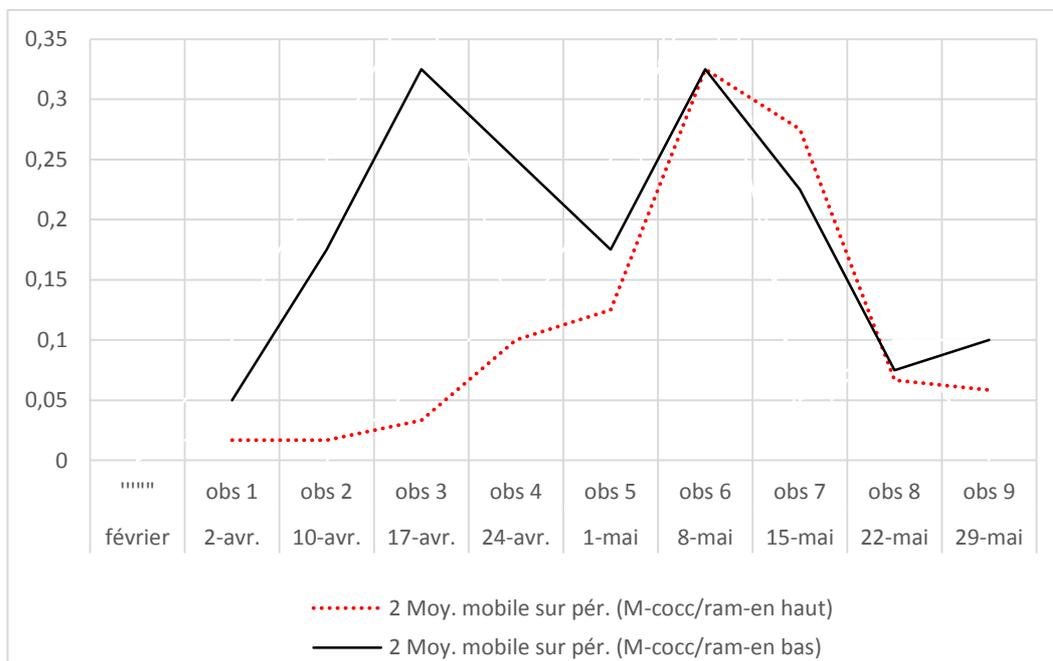


Figure 92 : Evolution de la tendance mobile de la coccinelle en haut et en bas de l'arbre

Toutefois, la moyenne de coccinelles de la section haute (figure 80) de l'arbre enregistre des piques plus faibles, de l'ordre de 0.03 (observation 1) et de 0 (observation 2) à 0.07 (observation 3), par rapport à celles de coccinelles de la section en pied (bas) de l'arbre, de l'ordre de 0.10 (observation 1) et 0.25 (observation 2) à 0.40 (observation 3). À partir de la troisième semaine (observation 3) à la semaine 4 enregistre le contraire, une chute considérable de coccinelles en bas de l'arbre de grenade, par une moyenne de 0.40 à 0.10 (observation 4), par contre l'autre section de coccinelles continue en augmentation de l'ordre de 0.07 (semaine 3) à 0.13 (observation 4) et reste à peu près constante en observation 5, (Figure 93) .

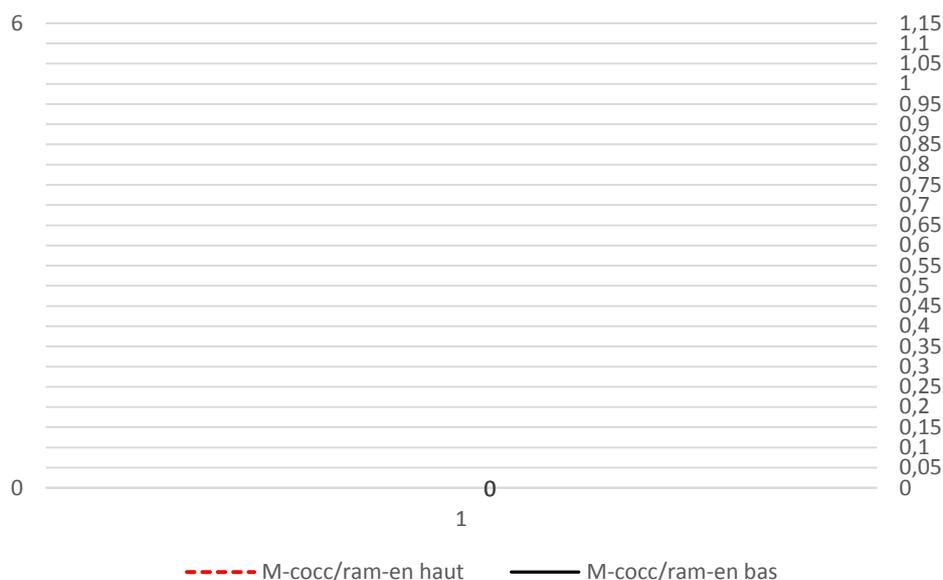


Figure 93 : Evolution de la dynamique de coccinelles au niveau des deux sections (H-A, B-A) de l'arbre de grenadiers entre l'intervalle de temps de 02-04-2019 à 29-05-2019.

Cette différence de nombres moyens de coccinelles entre les deux sections haut et bas de l'arbre pourrait dans la première moitié de l'étude (observation 1 à 5), s'expliquer par l'abondance de la nourriture se forme de proie (pucerons) au niveau de la base de l'arbre, qu'été riche aux jeunes pousses fris, douce et bien préféré pour l'absorption et la sécrétions salivaires (Figure 16) par les pucerons en comparaison avec celle de haut de l'arbre.

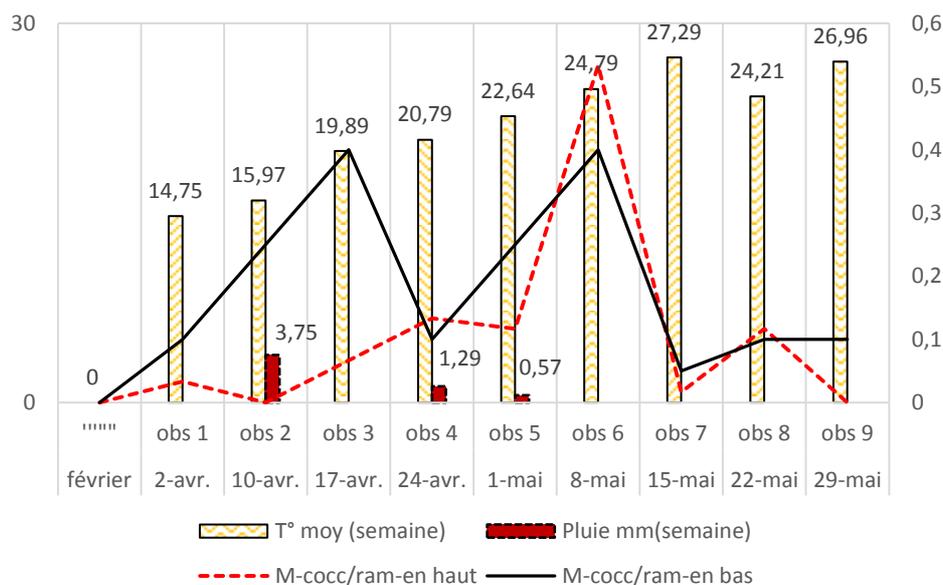


Figure 94 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et à l'examen des conditions climatiques entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

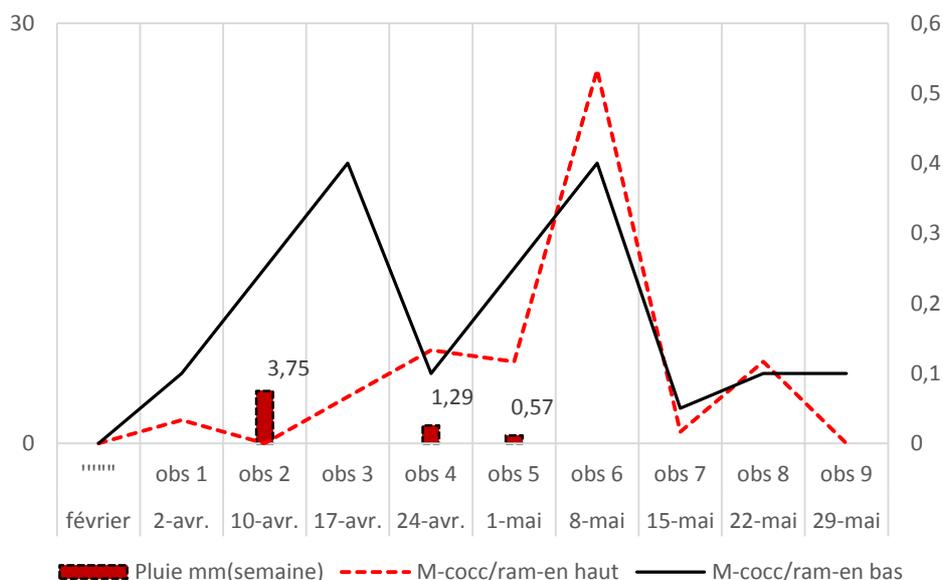


Figure 95 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction du temps et à l'examen de conditions climatiques (précipitation) entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

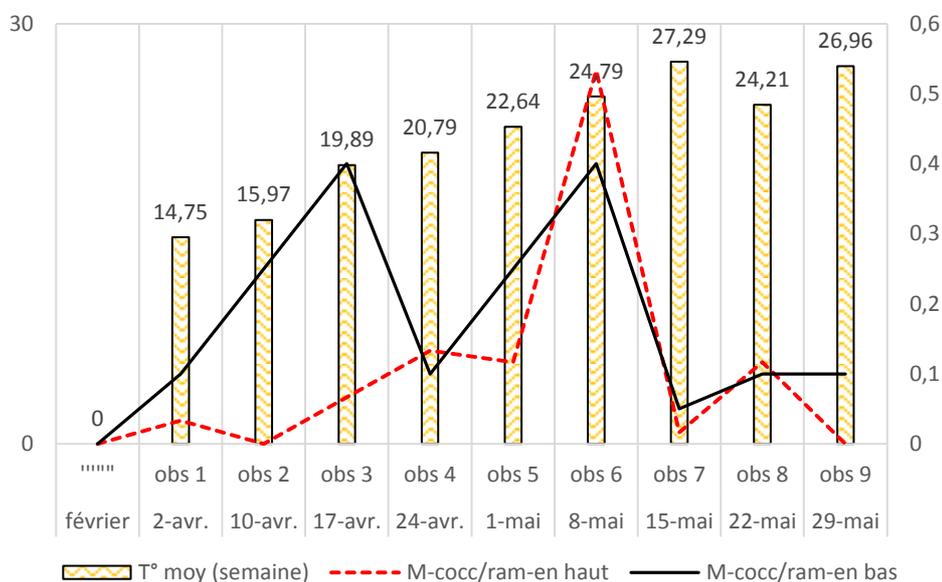


Figure 96 : Evolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et à l'examen des conditions climatiques (température) entre les deux sections de l'arbre de grenadier.

Ainsi, l'examen de l'évolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et des précipitations, a montré la présence d'une relation négative entre ces deux variables pour les insectes entomophage (DEDRYVER, 1982). Ces derniers ont montré une tendance de diminution totale de nombre moyenne de coccinelles avec l'augmentation des précipitations (4 mm) dans l'observation 2 (02-04-2019). Par ailleurs, les nombres moyens de coccinelles tendent à augmenter considérablement avec l'augmentation des précipitations dans la base de l'arbre. Ceci pourrait être expliqué par le fait que les précipitations affectent directement les insectes auxiliaires (coccinelles) inter-semaine qui se trouve en haut de l'arbre de grenade, par lessivage et descende au pied (en bas) de l'arbre qu'été abrité à la pluie. Ceci explique l'absence de la coccinelle en haut et l'abondance de ces derniers au pied de l'arbre de grenadier à l'observation 2 (02-04-2019).

En peut expliquer la chute de nombres moyens de coccinelles à la base de l'arbre durant l'observation 4 (24-04-2019), par l'élimination des jeunes pousses non désirable et au pied de l'arbre (développement en excès après la pluie). De même les piques les plus élevés enregistrent dans l'observation 6, pourrait due à la succession des conditions climatiques optimale à partir de la semaine précédente (observation 5) jusqu'à la semaine 6 (08-05-2019). Ainsi, l'examen de l'évolution de la dynamique de coccinelles en fonction de temps et de température, a montré la présence d'une relation directe entre ces deux variables (HULLE et *al.*, 1999; HULLE et C d'ACIER, 2007). Ces derniers ont montré une tendance de diminution aiguë de coccinelle dans les deux cas dans la semaine 7 (15-05-2019), soit en haut ou en bas de l'arbre (Figure 96). Ceci pourrait être expliqué par le fait que la température (28 C° observation 7) est un facteur limitant de coccinelles, ainsi en explique la chute totale de coccinelles dans cette semaine pour les deux sections par l'absence d'alimentation se forme de proies (pucerons), l'absence des proies affecte directement ces consommateurs. D'après HULLÉ et *al.* (1999), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important, ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron n'émet plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale. La diminution de la température à 24 C° dans la semaine 8 noté par une augmentation non négligeable de coccinelles ,et l'augmentation (27 C°) dans l'observation 9 rendre la coccinelle absent en haut, et abrité au température élevé au pied de l'arbre. Cette explication confirmé dans l'observation 8 et 9, on note que la diminution de la température (24 C°) dans la semaine 8 est suivi par l'augmentation de coccinelles 0.12, par rapport à celle-ci de la semaine 9, l'augmentation de la température (27 C°), suivi par la chute de nombre moyenne de coccinelles (0) en haut de l'arbre, ainsi par la diminution de coccinelles (0.10) en bas de

l'arbre abrité par l'ombre de cette dernier qui démunie l'effet de la température (Figure 96,97).

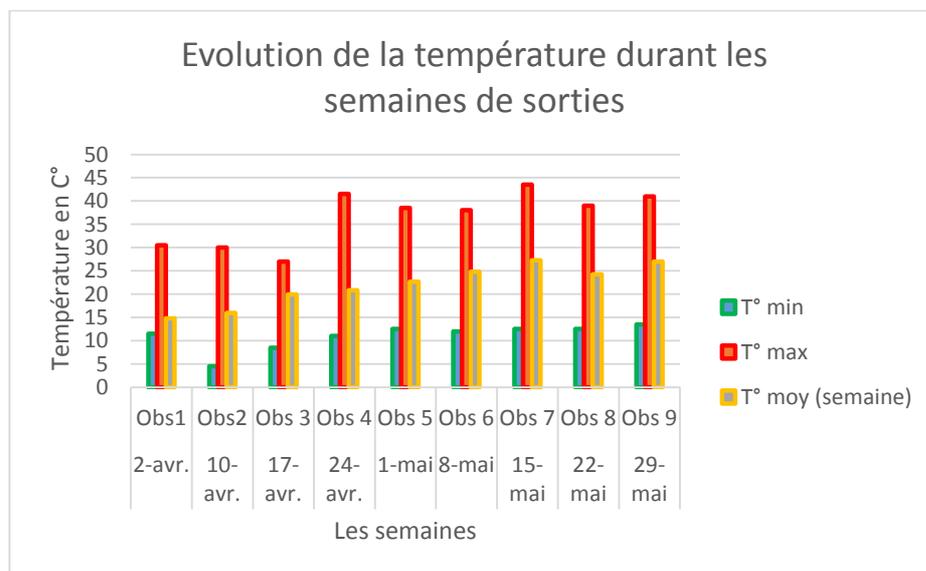


Figure 97 : Evolution de la température durant les semaines d'étude.

Conclusion :

Les insectes prédateurs aphidiphages, les coccinelles et les cécidomyies sont largement majoritaires en verges de grenade de DBMBB par rapport aux chrysopes et syrphes.

Les entomophages prédateurs très positifs à la phase intérieure (pied) de l'arbre en verges de grenade par rapport à celle-ci qui se trouve à la phase supérieure de l'arbre.

La coccinelle est la plus abondante suivie par la cécidomyie. Cette présence montre leur importance dans la lutte contre les pucerons, le développement de ces ravageurs connus une évolution qui varie en fonction des conditions climatiques principalement la température et les précipitations.

Les coccinelles se limitent à une ou deux générations par an, et leur pic de population ne coïncide souvent pas avec celui des pucerons, sauf que à partir de la moitié d'avril, ce qui limite leur efficacité dans la lutte biologique.

Ces résultats sont en accord avec une étude menée en Belgique par (Francis et al. 2001) dans des cultures de fève, qui a mis en évidence le caractère dominant de Coccinelle.

Par ailleurs, l'abondance et la diversité de Chrysope et syrpe sont particulièrement faible. En effet, peu d'individus ont été piégés, et l'espèce.

L'abondance des entomophages prédateurs associés aux pucerons au niveau de la phase inférieurs de l'arbre de grenade revient par l'abondance de pucerons à la même phase, les pucerons attaques les jeunes pousses, par ce qu'ils sont facile pour l'absorption de la sève.

IV—2 Entomophage parasitoïdes associés aux pucerons

Evolutions des momies prélevés au niveau de la partie supérieur de l'arbre (Figure 80) entre l'intervalle de temps du 02-04-19 au 29-05-19 en haut de l'arbre à la verge de grenade de DBMB

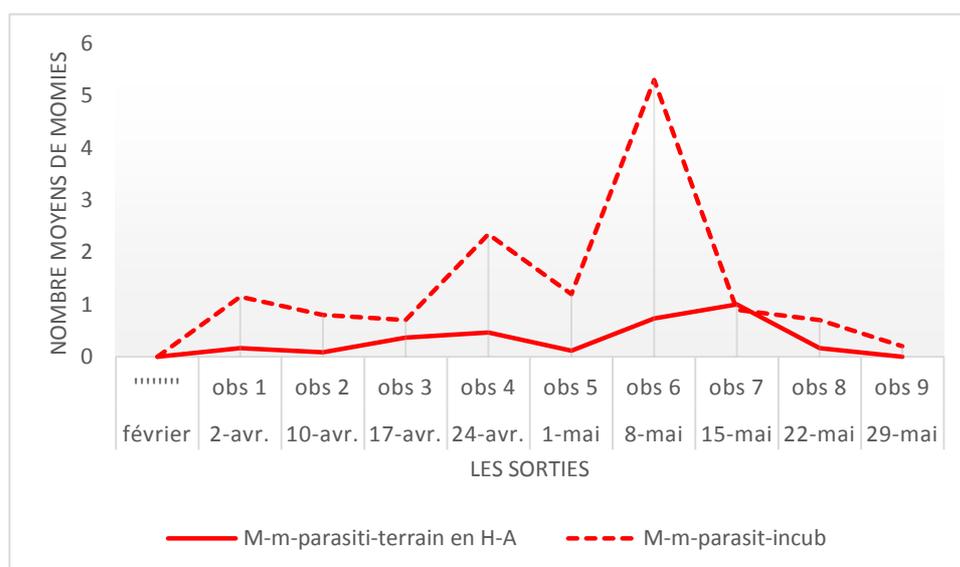


Figure 98 : Evolutions de momies identifiées au moment de l'observation (terrain) en haut de l'arbre, avec les momies appartient au moment de l'incubation (laboratoire) durant les périodes d'étude.

Concernant les piques des momies, on n'observe pas du tout la même dynamique d'évolution des

populations de pucerons (Figure 98) entre les sorties. Mais on observe la même tendance de l'évolution pour les momies observé à la verge de grenade au DBMB et les momies appariés dans l'incubateur à l'laboratoire de l'INRA. Sauf dans l'observation 7 (08-05-19) qui sont égaux, les piques de momies appariés au laboratoire sont très important par rapport aux momies identifié au terrain, dans toute les observations (semaines). La pique la plus remarquable et la plus élevé est observé élevés durant la période de suivi de sortie 7 avec une moyennes de 5.30 en moyenne pour les momies appariés et de 0.73 en moyenne. Les momies observées au laboratoire enregistrent une pique moyenne (2.35) à la semaine 4, le reste variable et faible. Pour les momies identifiées au terrain durant les semaines 6 et 7 enregistre de nombre moyens mais faible soit respectivement 0.73 et 0.90, par rapport aux nombres moyens des momies identifiées au laboratoire. Le reste variable est très faible. Cette variation des piques, entre autres, peut être expliquée par les facteurs climatiques de la région (exemple des précipitations).

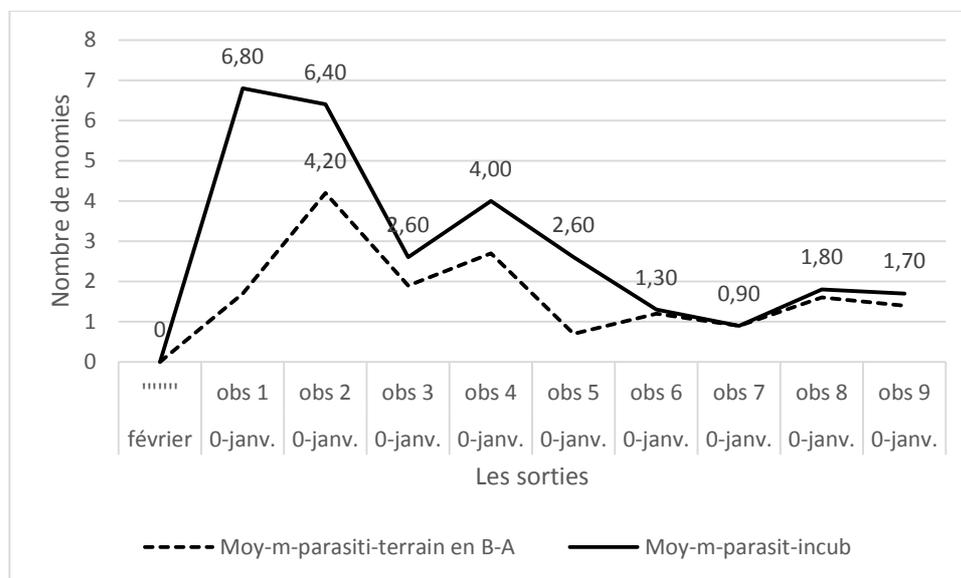


Figure 99 : Evolutions des momies identifiées au terrain en bas de l'arbre, avec les momies appariés au moment de l'incubation (laboratoire) durant les périodes d'étude.

Le profil d'évolution de pucerons parasité après l'incubation est largement grand dans les observations de 1 à 6 par rapport aux momies identifiées au terrain, mais à partir de l'observation 6 elles sont presque égales. Les observations 1 (6.80 en moyenne) et 2(6.40 en moyenne) contiennent les pics les plus élevé pour les momies appariés, les observations 3 et 4 avec des pics moyens, les autres observations sont faible. La même tendance d'évolution pour les momies notée au terrain avec des pics inférieurs par rapport aux momies identifiées au laboratoire (Figure 99).

Comparaison des momies identifiées au terrain avec les deux sections de l'arbre soit en H-A et en B-A en fonction de temps :

Une absence totale de momies au niveau de la partie supérieure de l'arbre (Figure 80) en verges de grenade durant les moments des observations entre 02-04-19 et 17-04-19, peut être expliquée par les conditions climatiques. Par contre dans l'autre phase et dans la même période, la dynamique des parasitoïdes est très positive, tels que les piques sont élevées dans les deux observations 1 et 2. Entre l'observation 3 et 5, la même tendance de l'évolution pour les momies apparaît au laboratoire, mais à partir de l'observation 5 (01-05-19) à l'observation 8, les nombres de momies en H-A restent constants, par contre les momies observées au terrain sont positives et restent en augmentation avec un nombre important de 4 en moyenne. Il n'y a pas de développement de parasitisme dans l'observation 7. Dans les observations 8 et 9 les momies restent constantes avec une augmentation non négligeable à la phase B-A. Par ailleurs la sortie 9 (29-05-19) contient des parasitismes au sein des momies, observés après l'incubation (Figure 100).

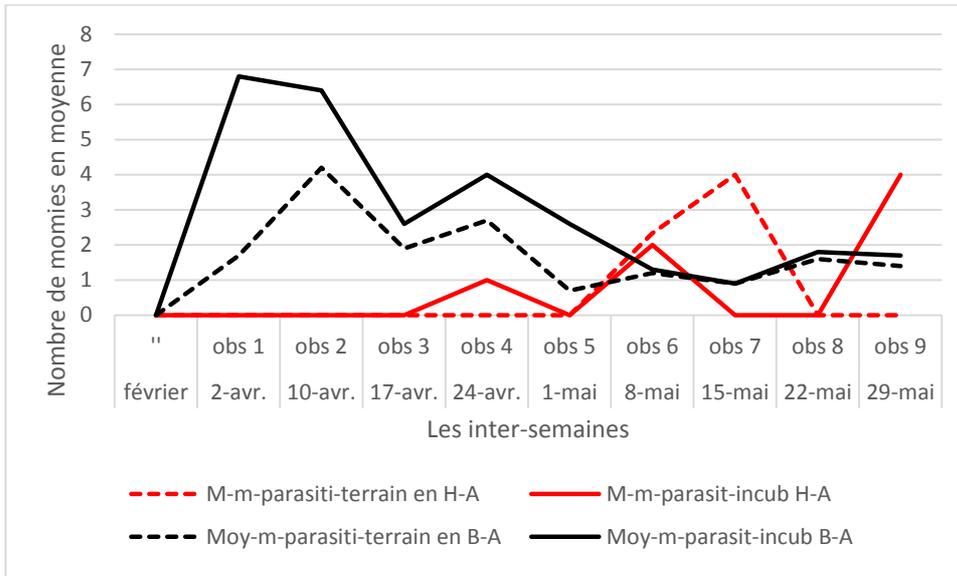


Figure 100 : Profil d'évolution des momies en H-A et en B-A dans le terrain et au laboratoire durant la période d'étude de 02-04-19 à 29-05-19.

Comparaison des momies à l'examen de climat en fonction de temps :

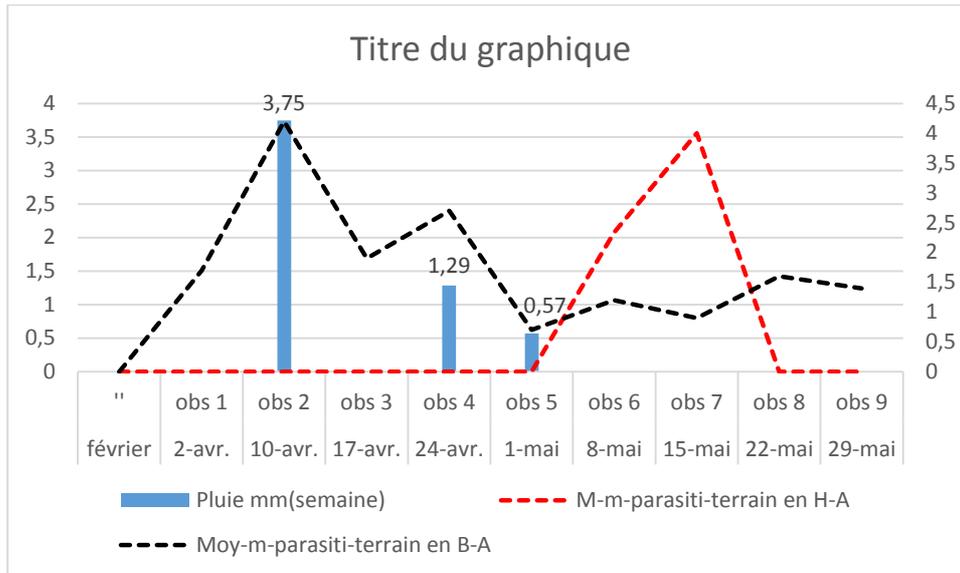


Figure 101 : Evolutions de momies identifié au moment de prélèvement en verge de grenade à l'examen des conditions climatiques entre les deux sections de l'arbre H-A et B-A durant les inter-semaines d'étude.

L'examen d'évolution de la dynamique des parasitoïdes en fonction de temps et des précipitations, a montré la présence d'une relation directe entre ces deux variable (Figure 101). Ces derniers ont montré une tendance de diminution de nombre de momies observé à la verge de grenade, avec la présence d'une forte précipitation ceci est bien observé dans l'observation 2 (~ 4 mm) et 4 (1.29 mm). Une chute totale des momies en haut de l'arbre durant les inter-semaines de précipitations. Par ailleurs, les momies à augmenter considérablement avec l'absence de pluie forte. L'observation 5 (0.57 mm) confirme que les forte précipitations influence directement sur les parasitoïdes par contre une faible précipitation rendre le milieu humide et favorable à la prolifération pour le parasitisme. DEDRYVER (1982), a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des insectes (entomophage et pucerons), diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité. La comparaison de l'évolution de momies entre les deux sections de l'arbre, de grenade a montré que les parasitoïdes caché ou abrégé au pied de l'arbre avec les pucerons, durant les fortes précipitations (Figure 99).

LAMY (1997), explique que les insectes étant des poïkilothermes, la température est pour eux le facteur écologique le plus important. Ceci est bien expliqué dans l'observation 7 (15-05-19) et 8 (22-05-19), la chute totale des nombres de momies observé au verge de grenade pour la section en haut de l'arbre dans la température de 28 C° en moyenne (Figure 102). D'après HULLÉ et al.

(1999), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important, ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron n'émet plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale.

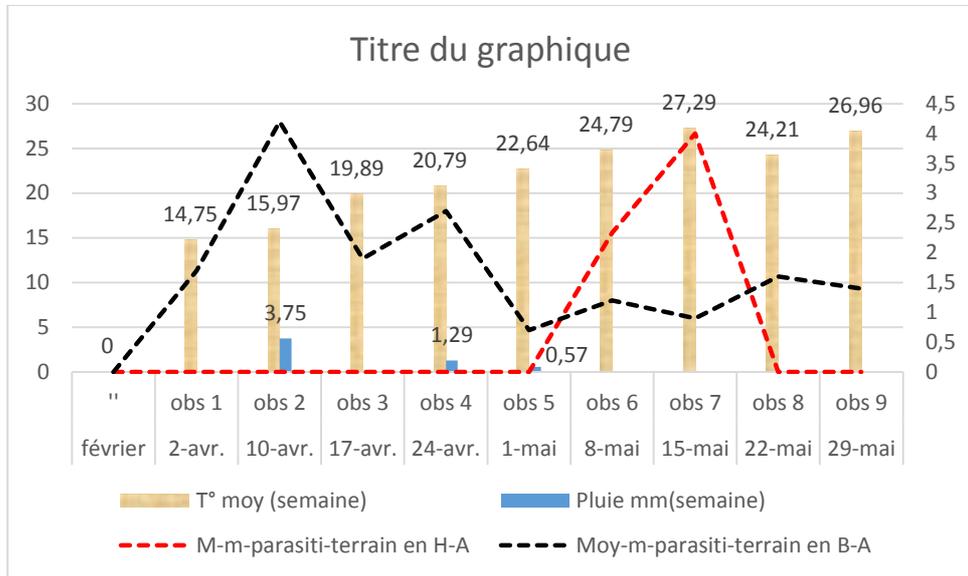


Figure 102 : Evolution de momies entre les deux sections de l'arbre en fonction de temps et de condition climatique (Température)

Les parasitismes après la dissection :

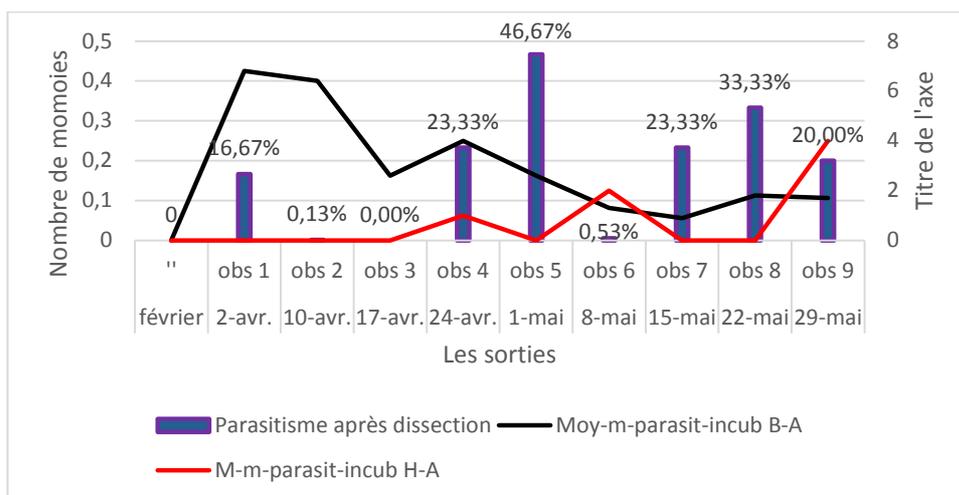


Figure 103 : Evolution de momies avant et après la dissection dans les deux sections soit en H-A et en B-A en fonctions de temps.

Pour la dissection nous avons basé sur 30 pucerons adultes choisie aléatoire à partir des colonies prélevées de pucerons pour l'incubation à laboratoire de l'INRA, afin de corrigé le taux de parasitisme. On note qu'il y a une correspondance entre le pourcentage de pucerons parasité après dissection, et les momies observé mais juste quand le nombre de momies observé est positive (augmente). Par contre la tendance est pas la même quand les nombre de momies chutent (Figure 103). Ceci peut confirmer que les conditions climatique agit directement sur les entomophages parasitoïdes associes aux pucerons, par ce que dans laboratoire les conditions climatiques sont les mêmes durant toutes les périodes d'observation de 02-04-19 à 29-05-19 dans les sorties.

Conclusion :

Les parasitoïdes actifs dans toute les sections de l'arbre, mais la partie inferieur comportent les pics les plus élevé de pucerons parasités, à la fin qui se transforme en momies.

Les précipitations est un facteur très limitant pour les parasitoïdes.

Au contraire à la coccinelle les parasitoïdes actif au débit des inter-semaines de notre étude, mais faible à partir de 15-05-19, et par conséquence leur efficacité est limité en fonction de temps.

Le nombre important des momies appartient au laboratoire de l'INRA, reflète le rôle biologique majeur de la régulation des populations aphidiphage.

IV—3 Analyse statistique d'entomophages associés aux populations de pucerons :

Les analyses statistiques sont traitées via l'ANOVA sur l'excelle.

Les analyses descriptive de la variance dans l'ensemble des sorties sont donnés aux tableaux suivants :

Analyse statistique de la coccinelle :

Comparaison de la variance de coccinelles dans l'ensemble de sorties au niveau de la même phase supérieur de l'arbre (H-A) en fonction de temps.

Tableau 5 : Analyse statistique descriptive de la variance entre les sorties en phase supérieur (en haut) de l'arbre de grenade dans l'inter-semaine entre 02/04/19 et 29/05/19.

Durant toutes la période d'observation du 08.02 au 05.04 on enregistre des populations de la coccinelle qui ne sont pas significativement différents (variance d'observation1- la probabilité (α) : $\text{Var}(\text{obs1}) - (\alpha) = (0.011 - 1.94) < 0$: il y a de différence significative.

Dans le tableau 5 d'analyse descriptive de l'Anova, on note que l'observation 6 (08/05/19), enregistre la variance la plus grandes des nombres moyens de coccinelles dans l'ensemble de sorties, celle-ci même est inférieur à la valeur de probabilité (α), donc on conclue qu'il y a déférences significatif de la coccinelle dans la section en haut de l'arbre de grenadier

Comparaison de la variance de coccinelles dans l'ensemble de sorties au niveau des deux sections (H-A et B-A) de l'arbre de grenade en fonction de temps.

Durant cette période d'observation de l'ensemble d'intervalle de temps de 02-04-19 à 29-05-19. Les analyses montrent que la comparaison de variances de coccinelles entre ces deux sections soit en haut (H-A) et au pied de l'arbre (B-A) sont significativement différents ($\text{Var}(\text{obs1 H-A}) - \alpha : 0.034 - 0.00015 < 0$. Celle-ci est même pour le reste des variances (différence significative).

Analyse statistique de la cécidomyie :

Au niveau de l'ensemble de sorties et en bas de l'arbre de grenade :

Durant toutes les périodes d'observation de cécidomyies entre 02.04.19 et 29.05.19 la comparaison de la variance, note qu'il n'y a pas de différence significative. Ceci bien montré sur l'ensemble d'observations, puisque la variance de la sortie 3 (observation) été la plus faible et n'est pas différents significativement (variance des observations $>$ à (α) : $\text{Var}(\text{obs3}) - (\alpha) = (0.086 - 0.073) > 0$): il n'y a pas de différence significative entre les observations en bas de l'arbre à la verge de grenadier au sein de DBMB.

Analyse descriptive de cécidomyies au niveau de l'ensemble de l'arbre, soit en haut et en bas de l'arbre de grenadier en fonction de temps :

La comparaison de la variance, not que pas de différence significative. (Variance des observations $>$ à (α) : $\text{Var}(\text{obs3}) - (\alpha) > 0$: il y a pas de différence significative entre les observations en haut et en bas de l'arbre à la verge de grenadier au sein de DBMB.

Les parasitoïdes :

Les périodes des sorties 1, 2, 3, 5, 8 et 9 en haut d'arbre, les analyse de la variance statistique montre qu'il y a une déférence significative pour ces observations. La même chose pour l'observation en bas d'arbre de sortie 5 (01-05-19). Pour le reste on note qu'il n'y a pas de différence significative.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'inefficacité de la plupart des pesticides chimiques **dus au développement de la résistance** chez les ravageurs à combattre et les **risques** qu'ils présentent sur l'environnement

Ainsi la Présence de résidus à des concentrations préjudiciables à la santé du consommateur dans les produits récoltés : **3 millions d'empoisonnements** par an dans le monde par les pesticides avec **220 000 morts au total**, chiffres officiels de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) montre que la situation est critique. C'est ainsi que des programmes visant une meilleure gestion de lutte contre ces ravageurs, doivent être mis en œuvre à l'échelle du Maroc.

L'ensemble des résultats temporelle et spatial de notre étude de la dynamique des entomophages associés aux pucerons dans la verge de grenade au Domaine Beni Mellal Bio, montre qu'il est désormais possible d'envisager une lutte biologique efficace contre les pucerons, mais à partir du mois d'avril, ce qui rend la lutte biologique par entomophages limité dans l'hiver et au début de printemps. Dans ces conditions ce projet vise d'élargir les pratiques phytosanitaires adoptées par les producteurs afin de mettre en place une stratégie de lutte intégrée adaptées aux impératifs de la bio-écologie de ces ravageurs.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACTA 1999 - Guide pratique de défenses des cultures. ACTA.

ARMELLE C. D'ACIER., NICOLAS P. H. & OLIVERA P. O., 2010 - **Aphids** (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474.

BARTA M., CAGAN L. 2006 - Aphid-pathogenic entomophthorales (their taxonomy, biology and ecology). *Biologia, Bratislava*, Section Zoology, 61, Suppl. 21: 543–616.

BENOIT R., 2006 - Biodiversité et lutte biologique - Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. *ENITA C*, 10: 1-25.

BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2000 - *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. 2nd Ed.* New York. : John Wiley et Sons Publishers, 466p.

BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2007 - Taxonomic Issues. *In* van Emden H. F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Cambridge, Massachusetts.

BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2007 -Taxonomic Issues. *In* van Emden H. F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 1-3. CAB International, Cambridge,Massachusetts.

BONNEMAISON L., 1962 – *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P., Paris, 668p.

BRAENDLE C., DAVIS G. K., BRISSON J. A., STERN D. L. 2006- Wing dimorphism in aphids. *Heredity* 97, 192–199

BRAULT V., BLANC S., & JACQUOT E., 2007 – Comment les pucerons transmettent les maladies virales aux plantes. *Biofuture* 279 : 40-44.

BRAULT V., UZEST M., MONSION B., JACQUOT E., & BLANC S., 2010 - Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. *C. R. Biologies* 333 : 525-531 .

BRUNETON J. - Pharmacognosie - Phytochimie - Plantes médicinales - . Editions Tec Doc. 1999. 860.

Calin Sanchez Angel et Carboneli Banaching Angel A.2005. La grenade cultivées en Espagne Punicalogine anti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les L'aliment fonctionnel du fruit. Livre. Natural ontioxydant granatum+ et université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, 77p

CAZIN F. - Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes et Acclimatées - . Editions de l'envol. 1868. 497-501.

C. D'ACIER A., NICOLAS P. H. & OLIVERA P. O., 2010 - Aphids (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474.

CEMEROGLU B., Artik N., et Erbas S., (1992), Gewinnung von Granatapfelsaft und seine Ausamensetzung. *Flussiges Obst*, 59, 335-340.

CLEMENT M., 1981. Larousse agricole. Ed Larousse Paris, pp. 814-879.

CHRISTELLE L., 2007 - Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.

COURCHET L. - Traité de botanique : comprenant l'anatomie et la physiologie Végétales et les familles naturelles, à l'usage des candidats au certificat d'études Physiques, chimiques et naturelles des étudiants en médecine et en pharmacie - . Editions Baillière. 1897. 1019-1023.

CHRISTELLE L., 2007-Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.

DEDRYVER C.A., 1982 - *Qu'est-ce qu'un puceron ?* *journal. D'info et d'étude* « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. pp9-20.

DEDRYVER C. A., 2010 - Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance de plantes. *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques* – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.

DEGUINE J. P., & LECLANT F., 1997 – *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde*. Ed. Cent. Inter. Rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris.

DIPAGE.J.A-Fleur et fruit du Grenadier (*Punica granatum*)-. Publié le 29 juin 2009.

DIXON A. F. G., 1987- The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In A.K. Minks and P. Hanewin (Editors), *World Crop Pest Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Elsevier, Amsterdam, vol.2A: 197-207.

DSA. 2008. Direction du Service Agricole.

DSA. 2013. Direction du Service Agricole.

EL_ZBEITA O., FIILA ., KIRK H.G., LIORNE B., CVITANICH C., 2012- Differential gene induction in resistant and susceptible potato cultivars at early stages of infection by *Phytophthora infestans*. *Plant Cell Rep* 31:187-203.

EVELYNE.T.L et al., 2011. Les pucerons des grandes cultures : Cycles biologiques et activités de vol. Ed Quae. 135 p

EVREINOFF V. - Contribution à l'étude du Grenadier - . Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée. 1957. 124-138.

FAKHOUR, (2009), Rapport final du PROFERD-2006 « Développement intégré de la culture de grenadier dans le Tadla ». 150p.

FAKHOUR S. et Sekkat A., (2006), Première liste des insectes nuisible sur grenadier dans la plaine de Tadla, 6^{ème} congrès de l'AMPP, Rabat, 29-30 novembre 2006 : 271-278.

FAKHOUR S., (2006), Une approche de lutte intégrée contre les principaux ravageurs du grenadier dans le Tadla. Rapport de Titularisation, INRA.1-52p.

FAKHOUR S., (2011), Integrated control of Aphispuucaae of pomegranate in Tadla region. II international sympsium on the pomegranate, Madrid 19-21 October 2011.

FAO STAT. 2010- Statistiques de la FAO.

FAO STAT. 2012- Statistiques de la FAO.

FERRERO M., 2009 - Le système tritrophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier.

FERRERO M., 2009 - *Le systeme tritrophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du predateur et consequences pour la lutte biologique.* Thèse doctorat, Montpellier.

FINK U., & VOELKL W., 1995 - The effect of abiotic factors on foraging and oviposition success of the aphid parasitoid, *Aphidius rosae*. *Oecologia* 103:371-378.

FOURNIER A., 2010 - *Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus pandora neoaphidis and implications for conservation biological control.* Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich.

FRAVAL A., 2006 - Les pucerons. Insectes 3 n°141.

FREDON., 2008 – fiche technique sur les pucerons, France.

GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE L. - Ressources médicinales de la flore

Française - . Editions Vigot Frères. 1961. Tome II. 838-842.

GIORDANENGO .P., 2005 - **Effects of plant protease inhibitors, oryzacystatin I and soybean Bowman-Birk inhibitor, on the aphid Macrosiphum euphorbiae**

(Homoptera, Aphididae) and its parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera, Aphelinidae). *J Insect Physiol* 51: 75-86

GIORDANENGO P., BRUNISSEN L., RUSTERUCCI C., VINCENT C., VAN BEL. C.,
DINANT. S., GIROUSSE. C., MIREILLE FAUCHER .M, JEAN-

LOUIS BONNEMAIN JL., 2010- Compatible plant-aphid interactions: How aphids
manipulate plant responses. *Comptes Rendus Biologies.*, Vol 333. pp (513- 323).

GIORDANENGO P., 2005 -Effects of plant protease inhibitors, oryzacystatin I and soybean

GODET J. - Arbres et arbustes aux quatre saisons - . Les guides pratiques du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 1991. 96 et 170.

GODIN C., & BOIVIN G., 2002 - Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec.

GRATWICK M., 1992 - Cereal aphids . M.Sc, D.I.C., C.Biol., M.I.Biol., F.R.E.S. 1992, pp 36-41

GROETERS F. R. 1989- Geographic and clonal variation in the milkweed-oleander aphid, *Aphis nerii* (Homoptera: Aphididae), for winged morph production, life history, and morphology in relation to host plant permanence. *Evol. Ecol.* 3,327–341

HARDIE J., GAO N., TIMAR T., SEBOK P., HONDA K. 1996- Precocene derivatives and aphid morphogenesis. *Arch. Ins. Biochem. Physiol.* 32, 493–501

HARMEL N., FRANCIS. F., HAUBRUGE. E., & GIORDANENGO. P., 2008 -
Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n°, 396: 395-398.

HEIE O. E. 1995- The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae, and family Lachnidae Fauna Entomologica Scandinavica Klampenborg, Denmark: Scandinavian Science Press

HELLER R., 1981. Physiologie végétale tome I Nutrition. 2ème Ed Masson, 283 p.

HULLE M., & COEUR D'ACIER A., 2007 – Les pucerons, indicateurs de changements globaux ?. *Biofuture* 297 : 44-47.

HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., LECLANT F., & RAHN.M.J., 1998 –
Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A., Paris.

HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., ROBERT Y., & MONET Y., 1999 –
Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.

ILUZ D., 2010 - The Plant-Aphid Universe.Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology .Vol 16. pp 91-118. in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25, 73-78.

Haddioui A., (2012), la culture du grenadier (*punica granatum* L.) Au Maroc Quiroz, I., 2009. Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente: Antecedentes de Mercado. Fundacion Chile.

HADJMAHAMMED M. et OULD ELHADJ M. D., 2014- Toxicité comparée des huiles essentielles foliaires de trois plantes spontanées récoltées au Sahara algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). *Algerian journal of arid environnement*, vol. 2 (2): 34-42.

KATWIJUKYE A. K., KYAMANYWA S. 1997. Assessment of yield loss due to *Aphis fabae* (Homoptera : Aphididae) on common beans in Uganda. African Crop Science Conference Proceedings, 3: 1133-1138.

KEEN N., TAMAKI S., KOBAYASHI D., 1990- Bacteria expressing avirulence gene D produce a specific elicitor of the soybean hypersensitive reaction. *Mol Plant Microbe Interact*, 3: 112-121.

KEMASSI A., HELLALI N., BOUAL Z., OULD EL HADJ-KHELIL A,

KENNEDY J.S., DAY M.F. & EASTOP V.F., 1963. A conspectus of aphids as vectors of plantviruses. *New Phytol.*, 62, 113-4 .

Kindlmann P., Jarosik V. & Dixon A.F.G. (2007). Population dynamics. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 311-329. CAB International, Cambridge, Massachusetts.

KOKALIS-BURELLE N., RODRIGUEZ -KABANA R., 2006. Allelochemicals as biopesticides for management of plant-parasitic nematodes. *Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases*. 15-29.

KOS K., TOMANOVIC Z., PETROVIC-OBRAĐOVIC O., LAZNIK Z.,

MATEJ VIDRIH M., & TRDAN.S., 2008 - Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16.

LABRIE. G., 2010 - Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. (CÉROM), Québec.

LAMBERT L., 2005 - Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.

LAMBERT N., 2010 - *Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec*.

Centre Universitaire de Formation en Environnement., Université de Sherbrooke.

LAMY M., 1997 - Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.

LAUMONNIER R., 1979- cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Baillier, Paris. 279 p.

LAWSON S.P., LEGAN A.W., GRAHAM P., 2014 - Comparative phenotyping across a social transition in aphids. *Animal Behaviour*, Volume 96, October 2014, Pages 117-125

LECLANT F. 1999- Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification,

LECLANT F., 1978 – *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grandes cultures*. Ed. Association coord. Tech. agri. (A.C.T.A), Paris, 63p.

LECLANT F., 1982 - Les effets nuisibles des pucerons sur cultures. ACTA, Paris, pp 37-57.

LEPOIVRE P. ET SEMAL J., 1989- Cultures de tissus et phytopathologie. Traité de pathologie végétale". pp 455-464. Presse Agronomique de Gembloux.

LEROY P.D., VERHEGGEN F.J., CAPELLA Q., FRANCIS F. & HAUBRUGE E., 2010- An introduction device for the aphidophagous hoverfly

Episyrphus balteatus (De Geer) (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* **54**, 181–188.

MADEC P., 1966- Croissance et tubérisation chez la pomme de terre. Bull.soc.fr. physio. Vég. n°12 ; pp : 159-173.

MADO.- GRENADIER. Publié dans Mon jardin. Le 29 juin 2007

MADR.2007 - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.

MADR.2008 - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.

MADR.2011 - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.

MADR.2012 - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.

MAISONHAUTE. J.E., 2009 - Quand le paysage influence les ennemis naturels.

Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5. Major Crop Pathogen, Potato virus Y. PLoS ONE, 7: e50631.

MELGAREJO, P., SALAZAR, D.M.S., (2012), Tratado De Fruticultura Para Zonas Áridas Y Semiáridas. Vol. 2: Algarr. 416 p.

MARCHOUX G., GOGNALONS P. & SELASSIE K.G., 2008- *Virus des Solanacées. Du génome viral à la protection des cultures.* Paris, France: Quae.

MARTINI X., 2010 - *Evolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages.* Thèse Doctorat, Université Paul Sabtier, Toulouse.P11.

MAPM, 2012. Répartition régionale de la superficie et de la production du grenadier. Division d'Horticulture, Rabat, Maroc

MATTHEWS R.E.F., 1991- *Plant Virology. 3rd edition, Academic Press, San Diedo.*

MICHAEL J. B., & DONAHUE J.D., 1998 - Leaf and Stem Feeding Aphids. College of Agriculture. *Entomology Program, University of Wyoming.*

MIGNON, J. (2007). Les chrysopes : troisième composante de la guildes des prédateurs de pucerons. Le Canard Déchaîné du Kauwberg : 14- 16

MÜLLER C. B., WILLIAMS I. S., HARDIE J. 2001- The role of nutrition, crowding, and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecol. Ent.* 26, 330–340

OULD ELHADJ M.D., 2004 - *Le problème acridien au Sahara algérien.* Thèse Doctorat. , E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279p.

ORTIZ-RIVAS B & MARTINEZ-TORRES D., 2010 - *Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae.* *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 : 305–317..B.P. 78 -06602 Antibes .p 5-12.

PRADO E. & TJALLINGH W. F., 1997 - Effects of previous plant infestation on sieve element acceptance by two aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (82): 189–200.

POWELL W. & PELL J.K. (2007). Biological Control. In van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 469-499. CAB International, Cambridge, Massachusetts.

RACAPE J., BELBAHRI L., PARLANGÉ F., BOUCHER. N., KELLER. H., 2002- la reconnaissance d'éléciteurs protéiques par les cellules végétales : comparaison entre la cryptogéine de *Phytophthora cryptogea* et la PopA de *Ralstonia solanacearum*. In : Journées Jean Chevaugeon : Ives rencontres de phytopathologie-mycologie du 13 au 17 mars 2002. Montpellier : CIRAD.

- RACCAH. B., & FERERES. A., 2009** - Plant Virus Transmission by Insects. *Encyclopedia Of Life Sciences*, John Wiley and Sons, Ltd
- RADCLIFFE, E. B AND D. W. RAGSDALE., 2002-** Aphid transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. *Amer. J. Pot. Res.* 79:353- 386.
- RAGSDALE D., RADCLIFFE E. ET C. DIFONZO. 2001-** In : Loebenstein G., Berger PH., Brunt A.A., Lawson RH., eds. *Virus and virus-like Diseases of potatoes and production of seed-potatoes*, chap. Epidemiology and field control of PVY and PLRV, pp. 237-270.
- RAMSDEN.W., MENENDEZ. R., LEATHER S., WÄCKERS F., 2015-** Optimizing field margins for biocontrol services: The relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* ., Vol 199. pp (94-104).
- REBOULET. J.N., 1999** - Les auxiliaires entomophages. ACTA. pp136.
- REMAUDIÈRE G., AUTRIQUE A. 1985.** Contribution à l'écologie des aphides africains. Italie : FAO, 214p. (Etude FAO production végétale et protection des plantes,64).
- REMAUDIÈRE G et al., 1985.** Contribution à l'écologie des aphidés africains. Food and Agriculture Org. Rome (Italie). 214 p.
- REMAUDIÈRE G. & REMAUDIÈRE M., 1997-** Catalogue des aphididae du monde. Editions QUAE.
- REMAUDIÈRE G., & REMAUDIÈRE M., 1997** – *Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea*. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A.
- REMAUDIÈRE G., AUTRIQUE A., AYMONIN G., EASTOP.V.F., **KAFURERA J., STARY P., & DEDONDER R., 1985** - Contribution à l'écologie des aphides africains, FAO, Rome, 214 p.
- ROBERT Y, LEMAIRE O., 2000** - Introduction to Luteovirus epidemiology. In: Smith HG, Barker H, Eds. *The Luteoviridae*. Oxon, CAB International, 1999: 213- 20.
- ROBERT Y. ET D. BOURDIN., 2001-** *Virus and Virus-like Diseases of potatoes and production*
- ROBERT Y., 1982** – Fluctuation et dynamique des populations des pucerons. Jour. D'étude et d'info: Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.T.A, Paris, pp 21-35.
- ROZIER F.** - Démonstrations élémentaires de botanique [à l'usage de l'Ecole royale Vétérinaire de Lyon] - . Chez Bruyset. 1787
- RYCKEWAERT P., & FABRE F., 2001** - Lutte integree contre les ravageurs des cultures maraicheres a la reunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.
- RYKBOST K. A., HANE, D. C., HAMM, P.B., VOSS, R AND KIRBY, D., **1999-** Effects of seedborne potato virus Y on Russet Norkotah performance. *Am. J. Potato Res.*, 76 : 91-96.

SAGUEZ J., HAINEZ R., CHERQUI .A., VANWUYTSWINKEL .O., JEANPIERRE .H, LEBON G., NOIRAUD. N., BEAUJEAN .A., JOUANIN .L., LABERCHE .JC., VINCENT .C ET **GIORDANENGO P., 2005** –Unexpected

effects of chitinases on the peach-potato aphid (*Myzus persicae* Sulzer) when delivered via transgenic potato plants (*Solanum tuberosum* Linné) and *in vitro*. *Transgenic Res* 14: 57-67.

SAHARAOU L., 1999 - Polycope sur la systématique des pucerons. ENSA El – Harrach.18

SAHARAOU L., 2012 - Polycope sur la systématique des pucerons. ENSA El – Harrach.18 p.

SCHMIDT M.H., THEWES U., THIES C., & TSCHARNTKE T., 2004 - **Aphid** *suppression by natural enemies in mulched cereals*. Department of Agroecology, Georg-August University, Waldweg, Germany: 87-93.

SCHWARTZMANN M., UBIFRANCE,I.B.D., 2010- Potato—a world production, a European business, *EPPO-Special Report* . N°14, pp.11-16.

SEKKAT A., 2007 - *Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement*. ENA. Maroc.

SEMNOZ., CHERAN.- La grenade, un fruit aux nombreuses vertus !- Publié dans Flore.Le 7 Novembre 2017

SIMON J.C., 2007 - Quand les pucerons socialisent. *Biofuture* 297 : 38.

SOLTNER D., 2005- Les grandes productions végétales. 20ème édition. *Collection Sciences et Techniques Agricoles*. 472p..

SPICHIGER R.-E., SAVOLAINEN V., et al. - Botanique systématique des Plantes à Fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des Régions tempéré et tropicales. Editions Presses polytechniques et Universitaires romandes. Troisième édition. 2004. 413 pages

STORER J R. AND VAN EMDEN H E., 1995 - Antibiosis and antixenosis of chrysanthemum cultivars to the aphid *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 307-314.

SULLIVAN D.J., 2008 - Aphids (Hemiptera: Aphididae). *Encyclopedia of Entomology*. pp 191-215.

Walali D, Skiredj A, Elatir H. (2003), L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Bulletin Mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, N° 105.

Wald Elodie. 2009. Le grenadier *Punica granatum* : Plante historique et evolution thérapeutique récentes. Université Henri Poincaré. Thèse. 158p

Annexe :

Fiche de suivi de prédateurs

Date de prélèvement : 01-05-19

Lieu de prélèvement : Domaine Beni Mellal

Mode de protection contre les ravageurs : Biologie

Organes contrôlés : jeunes pousses

Nombre de prédateurs								
Arbres	Répétitions	Coccinelles larves	Coccinelles adulte	Chrysop e larve	Chrysop e adulte	Cécidomyi e larve	Syrphe larve	Observations
1	1							
	2							
	3							
	4							
2	1							
	2							
	3							
	4							
3	1							
	2					2		
	3							
	4							
4	1							
	2					4		
	3							
	4							
5	1							
	2							

	3						
	4						
6	1					1	
	2						
	3						
	4						
7	1						
	2	1					
	3						
	4						

Nombre de prédateurs								
Arbres	Répétitions	Coccinelles larves	Coccinelles adulte	Chrysope larve	Chrysope adulte	Cécidomyie larve	Syrphe larve	Observations
8	1							
	2							
	3							
	4	1				1		
9	1							
	2							
	3	1			1	3	1	
	4							
10	1	1						
	2							
	3							
	4					5		
11	1							
	2							
	3							
	4							
12	1							
	2	2						
	3							
	4	1						
13	1	1						
	2							
	3							
	4					1		
14	1							

	2							
	3							
	4					3		
15	1							
	2							
	3							
	4					4		
16	1			1			1	
	2							
	3							
	4							

Nombre de prédateurs								
Arbres	Répétitions	Coccinelles larves	Coccinelles adulte	Chrysope larve	Chrysope adulte	Cécidomyie larve	Syrphe larve	Observations
17	1							
	2							
	3							
	4							
18	1							
	2	1						
	3							
	4	3						
19	1							
	2							
	3							
	4							
20	1							
	2							
	3							
	4							

Fiche d'observation de parasitoïdes

Date de prélèvement : 01-05-19

Lieu de prélèvement : Domaine Beni Mellal

Mode de protection contre les ravageurs : Bio

Arbres	Répétitions	Nombre de momies observées Sur Le terrain 01-05-19	Parasitismes après l'incubation		Nombre de pucerons parasités après dissection	Observations	
			Nombre de momies	Nombre de parasitoïdes émergés			
1	1				14/30		
	2	*					
	3						
	4						
2	1						
	2	*					
	3						
	4						

3	1	*			
	2				
	3	2			
	4				
4	1				
	2				
	3	*			
	4				
5	1				
	2	*			
	3				
	4				
6	1	1*	03-05-19 (2)	03-05-19 (1)	
	2				
	3		07-05-19 (15)	07-05-19 (7)	
	4	*	06-05-19 (18)	06-05-19 (3)	
7	1				
	2	*			
	3				
	4				

Arbres	Répétitions	Nombre de momies observées Sur le terrain 01-05-19	Parasitismes après l'incubation		Nombre de pucerons parasité après dissection	Observations
			Nombre de momies	Nombre de parasitoïdes émergés		
8	1					
	2					
	3	2*				
	4	1*	06-05-19 (2)	06-05-19 (1)		
9	1		06-05-19 (1)	06-05-19 (1)		
	2					
	3	*				
	4	*	06-05-19 (22) 07-05-19 (22)	06-05-19 (4) 07-05-19 (8)		
10	1	*				
	2					
	3					
	4	*				
11	1					
	2					
	3	*				
	4	2*	06-05-19 (2)	06-05-19 (2)		
12	1		06-05-19 (4)	06-05-19 (1)		
	2	*				
	3					
	4	*				

			06-05-19 (1)	06-05-19 (1)	
13	1	*			
	2				
	3				
	4	*	07-05-19 (3)	07-05-19 (2)	
14	1	*			
	2				
	3				
	4	3*	03-05-19 (3)	03-05-19 (1)	
15	1		06-05-19 (3)	06-05-19 (3)	
	2	*			
	3				
	4	*	06-05-19 (5) 07-05-19 (5)	06-05-19 (4) 07-05-19 (1)	
16	1	2*			
	2		06-05-19 (1)	06-05-19 (1)	
	3				
	4	1*	06-05-19 (7) 07-05-19 (8)	06-05-19 (1) 07-05-19 (2)	

Arbres	Répétitions	Nombre de momies observées Sur le terrain 01-05-19	Parasitismes après l'incubation		Nombre de pucerons parasités après dissection	Observations
			Nombre de momies	Nombre de parasitoïdes émergés		
17	1	*				
	2					
	3					
	4	*	07-05-19 (7)	07-05-19 (4)		
18	1					
	2	*				
	3					
	4	*1	06-05-19 (3) 07-05-19 (3)	06-05-19 (1) 07-05-19 (1)		
19	1					

	2				
	3	*			
	4	*			
20	1				
	2				
	3	*			
	4	*	06-05-19 (2) 07-05-19 (3)	06-05-19 (1) 07-05-19 (2)	

