



ANNEE UNIVERSITAIRE : 2009-2010

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES
GESTION ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

***LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES PUCERONS ASSOCIES AUX JEUNES
PLANTATIONS D'AGRUMES DANS LA REGION DU GHARB ET
EVALUATION DE L'EFFET DE L'INTERACTION SUR LA VORACITE ET
LE COMPORTEMENT DES APHIDIPHAGES***

 **PRESENTE PAR:**

SHYIRAMBERE DIEUDONNE

 **ENCADRE PAR:**

PR. EL LAHCEN GHADRAOUI

FST-FES

PR. SMAILI MOULAY CHRIF

INRA KÉNTRA

SOUTENU LE 22 JUIN 2010 DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

- | | |
|---|----------------------|
| - PR. EL GHADRAOUI LAHCEN (FST-FES) | PRESIDENT /ENCADRANT |
| - PR. SMAILI MOULAY CHRIF (INRA KÉNTRA) | CO - ENCADRANT |
| - PR. HALOTI SAÏD (FST-FES) | EXAMINATEUR |
| - PR. ALFIGUIGUI JAMILA (FST-FES) | EXAMINATEUR |
| - PR. AZZOUZI AMAL (FST-FES) | EXAMINATEUR |



Dédicaces

À mes parents,

À qui je dois mon éducation, ma réussite dans la vie et dans mes études, eux qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

À mes défunts grands frères,

Qu'ils se reposent en paix

À mes petits frères, et ma petite sœur,

J'espère qu'ils excuseront mon absence tout au long de ces dernières années, quoique je puisse dire, je ne pourrais exprimer tout ce que j'ai dans le cœur.

À mes grandes sœurs,

Pour tout ce qu'elles ont fait pour moi, pour tous les sacrifices qu'elles ont consentis au cours de mes études.

À toute la famille,

Votre soutien et votre présence dans ma vie ont toujours apporté confiance et réconfort. Dieu seul vous récompensera.

À tous mes compatriotes et tous mes ami(e)s,

Qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Je

vous remercie tous pour votre présence et votre soutien.

REMERCIEMENTS

Un mémoire, tant nominatif soit il, est avant tout un travail de réflexion collective.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



Au terme de ce travail, il m'est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur **El Lahcen Ghadraoui**, professeur à la Faculté des sciences et techniques de Fès. Je le remercie pour l'encadrement de ce travail, ses qualités humaines, ses conseils et pour sa contribution à la rédaction du présent manuscrit, qui m'ont été d'une précieuse aide; qu'il trouve ici le témoignage de mon grand respect et de mon estime.

Je remercie Monsieur **Smaili Moulay Chrif** Ingénieur à l'Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA). Je le remercie pour l'encadrement de ce travail, lui qui a bien voulu accepter la charge de codiriger ce mémoire ; sa rigueur, ses suggestions nombreuses et ses conseils éclairés m'ont été d'un précieux concours pour valoriser les résultats obtenus et à rédiger ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Je suis très honoré que Monsieur **El Lahcen Ghadraoui**, Professeur à Faculté des sciences et techniques de Fès, ait voulu accepter de présider mon jury et je l'en remercie.

Je remercie également,

Madame **Alfiguigui Jamila**, Madame **Azzouzi Amal** et Monsieur **Haloti Saïd** Professeurs à la Faculté des sciences et techniques de Fès, qui m'ont honoré en acceptant de faire partie du jury.

C'est aussi un grand plaisir d'exprimer ma gratitude au personnel du Laboratoire d'Entomologie, URPPV Kénitra de m'avoir accepté parmi eux et de m'avoir aidé au cours de ce travail.

Ma reconnaissance s'adresse également à mes parents et à mes proches amis qui ont dû supporter mes écarts de rythme de vie et d'humeur et qui m'ont toujours soutenu et encouragé, même dans les périodes les plus difficiles.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



Je veux remercier du fond du cœur mes meilleurs amis NSHIMIYIMANA François Xavier et NDISHIMYE Pacifique qui m'ont hébergé pendant mon stage. Merci infiniment pour votre soutien et vos encouragements dans les moments de doute.

Mes remerciements s'adressent à mes colocateurs. Je les remercie pour leur soutien moral et financier au cours de ces deux dernières années, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon respect et ma reconnaissance.

J'adresse aussi mes remerciements au SFAR (Student Financing Agency For Rwanda) qui m'a soutenu durant tout mon cursus universitaire sans lequel je n'aurais eu cette opportunité.

Je tiens aussi à exprimer mes profonds remerciements à l'Agence Marocaine de Coopération Internationale (AMCI), qui m'a soutenu financièrement et a facilité mon séjour au Maroc.

Je remercie les membres de l'UNERMA pour leurs encouragements et esprits de famille pendant mon séjour au Maroc.

Enfin toute ma reconnaissance est adressée à tous ceux qui ont contribué de près ou loin à la réalisation de ce stage.

Je vous grave tous dans ce document pour que vous restiez dans ma vie.



Liste des abréviations

AA: Aphydolete aphydimiza
A10: *Adalia decempunctata*
AS: *Aphis spireacola*
AV: Avant traitement
Chry: Chrysope
C7: *Coccinella septempunctata*
Cocc : Coccinelle
DDVP : Phosphate Dichlorvos 2,2 Vinyl Diméthyl
DPAE: Direction de la Programmation et des Affaires Economiques
F.A: *Forficula auricularia*
Ha: Hectare
JAT: Jour Après Traitement
I/F/R: Individus/Frappage/Relevé
IGP: Intraguild Predation
PF: Petit Fruit
Scy: *Scymnus*
SIT: Steril Insect Technique
Syr: Syrphe
T: Tonne
TA: *Toxoptera aurantii*
Tot: Total
UE: Union Européenne
USA: Etats-unis

Liste des figures



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



N°	Titre	Page
1	Schéma de la prédation intaguilde	25
2	Dispositif expérimental de l'essai de lutte contre les pucerons	32
3	Evolution du niveau de la population des pucerons en vergers d'agrumes	35
4	Evolution du niveau de la population de <i>T. aurantii</i> en verger d'agrumes	35
5	Evolution du niveau de la population d' <i>A.spireacola</i> en verger d'agrumes.	36
6	Evolution du niveau d'infestation des pousses par <i>T. aurantii</i> en verger d'agrumes	37
7	Evolution du niveau d'infestation des pousses par <i>T. aurantii</i> en verger d'agrumes	37
8	Evolution du niveau d'infestation des pousses par <i>spireacola</i> en verger d'agrumes	38
9	Evolution du taux de parasitisme des pucerons en verger d'agrumes	39
10	Evolution des hyménoptères capturés par les plaques jaunes	39
11	Evolution de l'effectif des ennemis naturels observés en verger d'agrumes	40
12	Densité des ennemis naturels en fonction des relevés	41
13	Evolution de coccinelles observées sur les pousses en verger d'agrumes	41
14	Evolution des fourmis capturés par frappage en verger d'agrumes	42
15	Evolution des araignées capturés par frappage en verger d'agrumes	43
16	Evolution des chrysopes capturés par frappage en verger d'agrumes	43
17	Evolution des <i>F.auracularia</i> capturés par frappage en verger d'agrumes	44
18	Evolution de coccinelles capturées par frappage en verger agrumes	45
19	Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons	58
20	Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons	59
21	Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons	60
22	Représentation graphique du taux de prédation des aphidiphages à faible et à forte densité.	62
23	Répartition temporelle de la prédation de C7 ou une larve d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.	64
24	Répartition temporelle de la prédation de C7 ou une larve d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.	65
25	Représentation graphique de nombre de pucerons prédatés en fonction du temps (à faible et à forte densité).	66
26	Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou un adulte d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.	68
27	Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou une larve d'A10 en présence et en absence de l'autre à forte densité.	69
28	Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou une larve d'AA en présence et en absence de l'autre à forte densité	70
N°	Titre	Page

Liste des tableaux



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



1	Evolution de production mondiale d'agrumes (millions T)	4
2	Répartition des exportations mondiale par pays (millions T)	5
3	Evolution de la superficie agrumicole moyenne par région	6
4	Evolution du profil variétale des agrumes	7
5	Evolution de la production d'agrumes par variétés	8
6	Evolution des exportations par type d'agrumes	9
7	Evolution des exportations d'agrumes par destination	10
8	Taux de réduction des traitements contre les pucerons en vergers d'agrumes	45
9	Taux de réduction des produits utilisés sur le niveau d'infestation moyenne des pousses par les pucerons en vergers d'agrumes.	46
10	Taux de réduction des produits utilisés sur le niveau de l'infestation moyenne des pousses par les pucerons en vergers d'agrumes.	47
11	Taux de réduction des produits utilisés sur le nombre moyen des hyménoptères capturés en verger d'agrumes.	47
12	Taux de réduction des produits utilisés sur la densité des ennemis naturels	48
13	Taux de réduction des traitements sur des ennemis naturels en verger d'agrumes.	48
14	Taux de réduction des traitements sur les coccinelles en verger d'agrumes	49
15	L'efficacité des traitements sur les différents groupes d'ennemis naturels (Parasités, Hyménoptère, Syrphes, chrysopes, AA et coccinelles) observés en verger	50
16	Efficacité des traitements au niveau des groupes d'ennemis naturels récoltés par le frappage en verger d'agrumes	51
17	Moyenne de la voracité des aphidiphages à différentes densités larvaires des pucerons.	71
18	Comportement interspécifiques et intraspécifiques entre les espèces prédatrices aphidiphages.	72

SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux.....	iii
Résumé.....	iv
 INTRODUCTION GENERALE.....	 1



PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I- IMPORTANCE SOCIOECONOMIQUE DU SECTEUR AGRUMICOLE	4
I-1- Importance des agrumes au niveau mondial	4
I-1-1- Production mondiale des agrumes	4
I-1-2- Consommation	5
I-1-3- Exportation	5
I-2- Importance des agrumes au Maroc	6
I-2-1- Superficie agrumicole	6
I-2-2- Profil variétal	7
I-2-3- Rendement et production des agrumes au Maroc	8
.....	
.....	
I-2-4- Contraintes du secteur agrumicole du Maroc	12
 II- IMPORTANCE DES PRINCIPAUX RAVAGEURS ASSOCIES AUX AGRUMES ET LEUR METHODE DE LUTTE	 12
II-1- Pucerons.....	12
.....	
.....	
.....	
.....	
II-2- Cératite.....	15
II-3- Mineuse des agrumes	18
II-4- Cochenilles	20
.....	
.....	
.....	
.....	



II-5- Acariens	22
----------------------	----

.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

III- PHENOMENE DE LA PREDATION : CAS DE LA PREDATION INTRAGUILDE 24

III-1- Type de prédation	24
III-1-1- Prédation intraguilde	24
III-1-2- Facteurs influençant la prédation intraguilde	26
III-2- Type de prédateurs en cas d'IGP	27
III-2-1- Prédateurs actifs	27
III-1-2- Prédateurs furtifs	27
III-3- Importance de la prédation intraguilde au niveau appliqué	27

..... A -	
COMPARAISON DE L'EFFET DES TRAITEMENTS PAR LA KAOLINITE, LE SAVON	
NOIR ET LES LACHERS DES COCCINELLES SUR LES PUCERONS ET LEURS	

PARTIE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

A - COMPARAISON DE L'EFFET DES TRAITEMENTS PAR LA KAOLINITE, LE	
SAVON NOIR ET LES LACHERS DES COCCINELLES SUR LES PUCERONS ET	
LEURS ENNEMIS NATURELS	30

I – INTRODUCTION	30
------------------------	----

II- MATERIEL ET METHODES	31
--------------------------------	----



II-1- Station d'étude	31
II-2- Description des traitements utilisés	31
II-2-1- Imidaclopride.....	31
II-2-2- Savon noir.....	32
II-2-3- Kaolin	32
II-2-4- Lâchers des ennemis naturels	32
II-3- Méthodologie.....	32
II-3-1- Evaluation des populations des pucerons et de l'infestation	34
II-3-2- Surveillance des ennemis naturels.....	34
II-3-3- Evaluation de l'efficacité des traitements	35
III- RESULTATS	35
III-1- Effet des traitements sur le niveau des populations de pucerons	35
.....	
III-1-1- Effet sur le niveau de toutes les populations des pucerons	35
III-1-2- Effet sur le niveau de la population de <i>T. aurantii</i>	36
III-1-3- Effet sur le niveau de la population d' <i>A. spireacola</i>	36
III-2- Effet des traitements sur l'infestation des pousses par les pucerons	37
III-2-1- Effet sur le nombre de pousses infestées par les pucerons	37
III-2-2- Effet des traitements sur l'infestation des pousses par <i>T. aurantii</i>	38
III-2-3- Effet sur le nombre de pousses infestées par <i>A. spireacola</i>	39
III-3- Effets des traitements sur les ennemis naturels	39
III-3-1- Effets sur le parasitisme des pucerons	39
III-3-2- Effets sur l'effectif des hyménoptères capturés par les plaques jaunes	40
III-3-3- Effet sur l'effectif des ennemis naturels observés en verger d'agrumes.....	41
III-3-4- Effets sur l'effectif des ennemis naturels capturés par frappage en verger	43
III-4- Efficacité des produits sur des populations des pucerons et l'infestation des pousses par les ravageurs.....	46
III-4-1- Effet sur le taux de réduction des populations de pucerons	46
III-4-2- Effet sur le taux de réduction de l'infestation des pousses par des pucerons	47



III-5- Efficacité des traitements au niveau des ennemis naturels en verger d'agrumes.....	47
III-5-1- Efficacité sur le taux de parasitisme	47
III-5-2- Efficacité des traitements sur l'effectif des hyménoptères capturés par les plaques jaunes	48
III-5-3- Efficacité des traitements sur l'effectif total des ennemis naturels observés.....	48
III-5-4- Efficacité des traitements sur les ennemis naturels capturés par frappe	52
IV- DISCUSSION ET CONCLUSION.....	53
B - EVALUATION DE L'INTERACTION, DE LA VORACITE ET DU COMPORTEMENT DES APHIDIPHAGES ASSOCIES AUX AGRUMES DANS LA REGION DU GHARB	55
I – INTRODUCTION	55
II- MATERIELS ET METHODES	55
II-1- Densité de pucerons étudiés	56
II-2- Combinaisons et description des traitements utilisés	56
II-3- Evaluation des variables étudiées	57
II-3-1- Estimation de la répartition du temps.....	57
II-3-2- Estimation de la prédation.....	57
II-3-3- Estimation de la voracité	57
II-3-4- Comportement observé.....	57
III- RESULTATS	58
III-1- Répartition des temps selon les traitements et la densité larvaire des pucerons	58
III-2- Evaluation de la prédation selon les traitements et la densité larvaire des pucerons	63
III-2-1- Le taux de prédation.....	63
III-2-2- Répartition temporelle de la prédation par intervalle.....	65
III-2-3- Répartition temporelle de la prédation cumulée par intervalle	69
III-3- Evaluation de la voracité des espèces prédatrices	73
III-4- Comportements observés	73



IV- DISCUSSION ET CONCLUSION	74
CONCLUSION GENERALE	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	80

Résumé

Ce travail a pour objectif, d'une part, la recherche des méthodes de lutte, en utilisant des produits naturels, environnementales et alternatifs à la lutte chimique conventionnelle, contre les



pucerons associés aux jeunes plantations, et d'autres part, l'évaluation de l'effet de l'interaction sur la voracité et le comportement des aphidiphages.

Les pucerons, *Aphis spireacola* et *Toxoptera aurantii* sont les principales espèces observées, infestant les jeunes pousses des agrumes, avec la dominance de la première espèce. Plusieurs espèces d'ennemis naturels ont été enregistrées; plus particulièrement les prédateurs *Coccinella septempunctata* et *Adalia decempunctata*.

L'efficacité des produits utilisés a montré que l'imidaclopride reste le plus efficace contre les pucerons. L'efficacité des autres produits alternatifs, en l'occurrence, le kaolin, le savon noir et les lâchers d'*A. decempunctata*, sur les pucerons, ainsi que leur effets sur la faune auxiliaire indigène a été discutée. L'évaluation de l'interaction entre les différentes espèces prédatrices mises deux à deux, a montré que les prédateurs de la même guildes fournissent beaucoup de temps dans la marche et le repos par rapport au temps de prédation et de nettoyage. La prédation et la voracité sont très importantes pour *C. septempunctata*, en présence et en absence de deux autres prédateurs *A. decempunctata* et *Aphidoletes aphidimyza*.

Le comportement de la compétition était le phénomène le plus observé lors de la rencontre des deux prédateurs. L'impact de cette compétition des aphidiphages sur la prédation et la voracité des pucerons a été largement discuté dans ce travail.

Mots clés : Agrumes, interaction, aphidiphage, pucerons, comportement, voracité.

INTRODUCTION GENERALE

Au Maroc, le secteur des agrumes joue un rôle socio-économique très important avec une superficie d'environ 81 500 ha et une production estimée à 1,5 millions de tonnes. Il procure une



source de devise importante qui est de l'ordre de 2,5 à 3 milliards de dirhams par an, engendre 21 millions journées de travail par année et approvisionne plusieurs usines de transformation et de stations de conditionnement. Cependant, divers facteurs biotiques (notamment les pucerons *Toxoptera aurantii*, *Aphis spireacola* et *Aphis gossypii*) et abiotiques limitent la productivité de ce secteur et par conséquent, de pertes considérables sur les agrumes sont notées.

Dans la région du Gharb, certains insectes sont considérés comme de principaux ravageurs des jeunes plantations d'agrumes. Ainsi, en cas de pullulation, plusieurs traitements chimiques sont nécessaires. Malheureusement, ces derniers présentent des effets néfastes sur divers paramètres biologiques de la faune auxiliaire tels que le comportement, le cycle de vie, la survie, la fertilité, la fécondité et le développement d'une espèce (Moriarty 1969 ; Penman et al. 1981; Haynes 1988 ; Croft 1990; Roger et al. 1994, 1995). Par conséquent, cela modifie les interactions entre le ravageur et la plante ainsi qu'entre le prédateur et sa proie (Jackson et Ford 1973 ; Croft 1990; Wright et Verkerk 1995). D'autres effets non intentionnels peuvent en résulter de l'application abusive des produits chimiques, il s'agit également du coût élevé de protection, résidus, apparition du phénomène de résistance, pullulation d'insectes secondaires, déséquilibre de la biocénose et la pollution de l'environnement.

En effet, le développement de nouvelles approches prenant en considération la protection de l'environnement et la santé du consommateur nous semble d'une grande nécessité, pour permettre le passage progressif vers l'application d'une agrumiculture biologique durable. La tendance actuelle au niveau de la lutte biologique considère l'utilisation d'une combinaison d'ennemis naturels ainsi que les produits biologiques (et ou naturels) comme moyen de protection phytosanitaire respectant l'environnement. Toutefois, les interactions complexes et multiples entre les prédateurs peuvent affecter les programmes de lutte intégrée. Parmi ces interactions, la compétition et la prédation intragilde sont omniprésentes dans plusieurs agroécosystèmes. En effet, l'impact de ces phénomènes d'interaction relatifs aux espèces aphidiphages sur les agrumes n'est pas encore connu à l'échelle nationale voir régionale (notamment dans le Gharb).

L'objectif de notre travail est, dans une première étape, d'élaborer une nouvelle méthode expérimentale qui nous permettra de remplacer les traitements chimiques (à base de produits polyvalents) effectués annuellement sur jeunes plantations pour lutter contre les pucerons. Pour ce



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



faire, nous avons effectué des essais de comparaison de l'effet du savon noir, du kaolin et des lâchers des ennemis naturels, contre les pucerons associés aux jeunes plantations d'agrumes ; et dans une deuxième étape, d'étudier l'impact de l'interaction entre les espèces aphidiphages sur la prédation, la voracité et le comportement vis-à-vis des pucerons associés aux agrumes. Par avance, il nous semble d'une grande importance d'effectuer une étude bibliographique approfondie sur le secteur socioéconomique des agrumes, l'importance des principaux ravageurs associés aux agrumes et leurs méthodes de lutte ainsi que le phénomène de la prédation.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - FES

☐ B.P. 2202 – ROUTE D'IMOUZZER – FES

☎ 212 5 35 60 29 53 FAX : 212 5 35 60 82 14



I- IMPORTANCE SOCIOECONOMIQUE DU SECTEUR AGRUMICOLE

I-1-Importance des agrumes au niveau mondial

Les agrumes représentent le groupe de fruit le plus important du commerce international. La culture des agrumes est pratiquée dans plusieurs pays au niveau international.

I-1-1-Production mondiale des agrumes

La production d'agrumes est très répandue au niveau international, selon les données statistiques de la FAO, en 2004, plus de 140 pays produisent des agrumes (FAO, 2004). Cependant, la majeure partie de la production se concentre dans certaines zones géographiques dont la plupart est cultivée dans l'hémisphère Nord avec environ 70% de la production mondiale. Les principaux pays producteurs d'agrumes sont les pays du bassin méditerranéen la chine, les Etats-Unis et le Mexique qui produisent près de 60% de la production mondiale. Vingt cinq pourcent de la production mondiale est produite au niveau de l'hémisphère Sud et les principaux pays producteurs au niveau de cet hémisphère sont le Brésil, l'Argentine et l'Afrique du Sud.

Vingt pourcent de la production mondiale d'agrumes est produite par le bassin méditerranéen dont le Maroc fait partie. Les principaux pays producteurs de cette région sont l'Espagne, l'Egypte, l'Italie, la Turquie et le Maroc. Par variété, la production agrumicole de la zone méditerranéenne est représentée essentiellement par les oranges qui constituent plus de 59% suivi des petits fruits avec 25%, des citrons avec 13% et les pamplemousses avec 3%. Les réalisations de productions enregistrées au titre de la période 2001-2004, sont de l'ordre de 97 millions de tonnes contre 81 millions de tonnes durant la période 1990-1998, soit une amélioration de près de 20% .Les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de la moitié (58%) de celle-ci sur l'année 2004.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
[**www.fst-usmba.ac.ma**](http://www.fst-usmba.ac.ma)



L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes au niveau de certains pays émergents dont on peut citer notamment la Chine, l'Inde, le Mexique, l'Iran, l'Egypte, la Turquie et l'Argentine (Anonyme, 2008).



Tableau 1. Evolution de production mondiale d'agrumes (millions T)

Pays producteurs	Moyenne 1990/91-1998/1999	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Brésil	16,9	20,7	17,7	21,4	18,9
USA	13,4	14,8	13,7	14 ,8	10,5
chine	7,3	12	12,5	13,7	14,9
Mexique	4 ,4	6,4	6,1	6,6	6,5
Espagne	5	5,7	5,9	6,2	6,2
Italie	3,1	3	2,8	2,8	3,3
Egypte	2,2	2 ,9	2,5	2,3	2,7
Argentine	2	2,6	2,5	2,5	2,7
Turquie	1,6	2,4	2	2,1	2,3
Afrique du Sud	1	1,8	1,6	1,6	1,5
Autres	24,2	36,9	26,8	26,8	26
Total	81,1	98,4	94,1	100,8	95,5

(Source : Anonyme 2008)

I-1-2-Consommation

Les agrumes sont principalement consommés au sein des pays développés, bien que la consommation augmente dans les pays en développement également. Au cours de la dernière décennie, la consommation des agrumes frais a connu une tendance à la hausse dans la plupart des pays et essentiellement les grands pays importateurs d'agrumes. Selon la FAO, 2004 ; la consommation d'oranges fraîches est en train de diminuer dans les pays industrialisés ou la consommation du jus d'orange prend de plus en plus l'ampleur. Cependant, la consommation d'oranges fraîches a augmenté dans les pays en développement et plus particulièrement au sein des économies émergentes telles que le Mexique, l'Inde, l'Argentine, le Brésil et la Chine.

I-1-3-Exportation



Sur le plan économique, les agrumes exportés représentent une source importante de devises. Durant la campagne 2004-2005, l'Espagne a enregistré la majeure valeur d'exportation avec une moyenne de 3,54 million de tonnes (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition des exportations mondiale par pays (millions T)

Pays producteurs	Moyenne 99/00-01/02	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Espagne	3,1	3,3	3,56	3,54
USA	1,1	1,1	1,13	0,96
Afrique du Sud	0,85	1,04	1,05	0,99
Turquie	0,61	0,74	0,61	0,86
Maroc	0,47	0,48	0,44	0,52
Egypte	0,25	0,41	0,49	0,48
Argentine	0,37	0,49	0,55	0,62
Mexique	0,26	0,35	0,36	0,36
Grèce	0,36	0,4	0,30	0,30
chine	0,17	0,24	0,34	0,42
Autres	2,3	2,21	2,2	2,26
Total	9,8	10,8	11,02	11,31

(Source : Anonyme, 2008)

I-2-Importance des agrumes au Maroc

La filière des agrumes, premier groupe de fruits exportés, est considérée comme un secteur stratégique participant à l'équilibre de la balance commerciale et jouant un rôle socio-économique de premier ordre. Il est classé parmi les secteurs les plus importants dans l'économie du pays. Selon le dernier recensement réalisé par la Direction de la Programmation et des Affaires Economiques (DPAE) de 2006, les agrumes occupent actuellement une superficie de l'ordre de 81550 ha, soit près de 10% de la superficie emblavée en arboriculture. Sur le plan économique, le secteur génère



une source importante de devises de l'ordre de 2,5 à 3 milliards de dirhams par an. Le Maroc est l'un des grands producteurs à l'échelle mondiale pour une production annuelle moyenne se situant entre 1.2 et 1.5 million de tonne. Sur le plan social, ce secteur assure l'emploi d'une main d'œuvre importante procurant plus de 20 millions de journées de travail dans différentes unités de production (fermes, stations de conditionnement, usines de transformations et autres).

I-2-1-Superficie agrumicole

Le recensement général mené en 2006 par la « DPAE » a révélé que les agrumes couvrent une superficie de 81550 ha, dont environ 65.000ha (représente 80%) est en âge de production et 20% soit 16500ha est en stade de jeune plantation. Cette superficie est exploitée par près de 12.820 agrumiculteurs répartie et concentre essentiellement dans les cinq régions principales : la zone du Souss, du Gharb, de la Moulouya et du Tadla qui détiennent elles seules, plus de 90% de la superficie agrumicoles nationale. La superficie agrumicole a augmenté de 12,2% par rapport au recensement de 1991(DPAE, 2006). La superficie du verger agrumicole est dominé par des grandes exploitations avec près de 11,3% des vergers ont une taille supérieure à 10 ha et occupant 72,1% de la superficie totale des agrumes.

Tableau 3 : Evolution de la superficie agrumicole moyenne par région

Régions	Sup. recensement 1991(Ha)	Sup. moyenne1996- 2000(Ha)	Sup. recensement 2006(Ha)
Souss Massa	25.560	27.560	33.030
Gharb/loukkos	23.390	23.130	17.400
Moulouya	10.990	9.680	13.720
Tadla	8.840	3.550	11.460
Haouz	3.900	5.140	5.490
Autres	150	6.140	-
Total	72.830	75.200	81.550

(Source : Anonyme, 2008)

I-2-2-Profil variétal



Le profil variétale nationale est très diversifié et compte près de 47 variétés. On distingue le groupe des oranges qui représentent 41.729 ha soit 51,2%, suivi par le groupe des petits fruits avec 34.141 ha, soit 41,9% puis les citrons avec 2.828 ha soit 3,5%. Les autres groupes d'agrumes représentent 2.850 Ha, soit 3,5% (DPAE, 2006). Le groupe de petits fruits est dominé par la Clémentinier, Ortanique, Nour et Nules tandis que le groupe des oranges reste dominé par Maroc-Late qui représente 51,5% de la superficie totale des oranges au niveau national suivi par le groupe des Navel avec 38,4% de la superficie totale des oranges.

Tableau 4 : Evolution du profil variétale des agrumes

Variété	Recensement 1991	Recensement 2006
Clémentinier	17.640	20.000
Ortanique	2.160	570
Nour	720	5.680
Autres P.F.	1.090	7.890
Total P.F	21.610	34.140
Groupe des Navels	16.630	15.780
Maroc-Late	26.480	21.480
Sanguine	3.440	2.500
Salustiana	1.290	1.220
Autres oranges	1.720	750
Total oranges	49.560	41.730
Citron	975	2.830
Pomelo	102	75



Bigardier	228	45
Autres	355	2.730
Autres agrumes	1.660	5.680
Total agrumes	72.830	81.550

(Source : Anonyme, 2008)

Les variétés Maroc-Late, le Clémentinier et la Navel, représentent ensemble près de 66% de la superficie totale, alors que les nouvelles variétés de demi-saison représentent respectivement 18% et 11% de la superficie totale (Anonyme, 2008). Selon le même rapport, la période entre 1991 et 2006 a été marquée par une évolution de la structure variétale du verger agrumicole nationale. La variété Nour a connu un développement important. Sa superficie a été multipliée par huit entre 1991 et 2006, elle occupe actuellement près de 5.680ha.

I-2-3-Rendement et production des agrumes au Maroc

La production nationale des agrumes est essentiellement dominée par trois principales variétés, la Maroc-Late, la Clémentinier et la Navel qui ont représentés au cours du dernier quinquennat près de 80% de la production nationale (Tableau5)

Tableau-5 : Evolution de la production d'agrumes par variétés au Maroc

Variété	1991/1995		1996/2000		2002/2006		2005/2006
	Tonne	%	Tonne	%	Tonne	%	



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



Clémentinier	300.400	24,5	340.800	24,7	319.920	24,4	333.500
Ortanique	14.580	1,2	43.320	3,1	19.920	1,9	17.700
Navel	290.600	23,7	263.200	19,1	230.000	18,7	227.500
Salustiana	40.800	3,3	49.440	3,6	44.600	3,6	45.500
Sanguine	56.400	4 ,6	51.740	3,8	52.360	4,2	61.200
Maroc-Late	477.000	39	539.800	39,2	430.900	36,4	440.00
Autres	46.020	3,7	89.300	6,5	126.710	10,8	139.000
Total	1.225.800	100	1.377.600	100	1.236.000	100	1.265.300

(Source : Anonyme, 2008)

De façon générale la production des agrumes a connu des irrégularités remarquable au cours des quinze dernières années et ceci selon principalement les phénomènes d'alternance biologique, les areas climatiques (anonyme, 2008), ainsi que l'influence de la variété le degré de l'infestation et d'infection par les parasites associées aux agrumes (Anonyme, 2006). La production a connu une hausse de plus de 12% durant la période 1990-2000. Cette performance est due essentiellement aux efforts de renouvellement des vieilles plantations, à l'extension de superficie de certaines variétés à haut rendement, à l'utilisation de matériel végétal performant et à l'amélioration relative des techniques de production.

En revanche, cette production a passé de 1.377.600 T en 1999-2000 à 1.265.300 T en 2005-2006 soit une baisse de 10% (tableau 5). En effet, le rendement moyen national, toute variété confondue des plantations productives est passé de 17 T/Ha durant les années 90 à 20 T/Ha en 2005-2006. Cette amélioration concerne toutes les principales variétés notamment clémentinier, la Navel et Maroc-Late dont le rendement moyen a enregistré une amélioration oscillant entre 2 et 4 T/ha. Les jeunes plantations et les autres nouveaux clones et variétés ont enregistré dans certains cas un rendement pouvant dépasser 50 T/ ha (Anonyme, 2008).

Signalons que cette production est destinée à deux marchés à savoir intérieur et marché extérieur.



I-2-3-a-Marché intérieur

Le

marché intérieur est constitué de deux principales composantes à savoir la consommation en frais et la transformation. Cette dernière représente une destination essentielle pour la production agrumicole nationale avec une moyenne de 760.000 T/an durant les cinq dernières années, ce qui représente plus de 61% de la production nationale (Anonyme, 2008).

I-2-3-b-Marché extérieur

Dans la région du Bassin Méditerranéen, le Maroc est considéré comme le 3^{ème} pays exportateur des agrumes après l'Espagne et l'Israël. Environ 40% de la production des agrumes au niveau nationale est destinée à l'exportation, 56% vers le marché intérieur pour la consommation en frais alors que le reste est transformé (Anonyme, 2006). Ces exportations sont contrariées par le niveau de production et la concurrence surtout l'Espagne. Les exportations sont constituées principalement de trois variétés principales à savoir le Maroc-Late, la Clémentinier et la Navel qui représentent à elles seules, plus de 70% du volume global exporté.

➤ Exportations par variété

Les exportations relatives aux variétés des petits fruits ont enregistré une amélioration considérable en passant de 39% au cours du quinquennat 1997-2001 à 47% en 2002-2006. Par contre la part des exportations relatives aux variétés des oranger a connu un recul de 61% à 53%.

Tableau 6: Evolution des exportations par type d'agrumes

	Moyenne 1997/2001		Moyenne 2002/2006	
	Exportation (T)	%	Exportation (T)	%
Petits fruits	211.440	39	222.580	47
Oranges	327.320	61	253.860	53
Total	538.760	100	476.440	100

(Source : Anonyme, 2008)

D'une manière générale, le volume totale des agrumes exportés au cours des dernières années a connu une remarquable tendance à la baisse, cela peut être expliqué essentiellement par la



limitation de certains calibres dirigés à l'exportation par la législation de l'Union Européenne, la régression des exportations de certains produits, l'augmentation de la demande du marché intérieur ainsi que les effets de la sécheresse ayant sévi durant certaines campagnes (Anonyme, 2008).

➤ Exportations par destination

Les agrumes marocains sont principalement exportés vers les pays de l'Union Européenne à raison de 55% du tonnage global exporté durant la période 2001-2005. Les principaux pays destinataires au sein de l'UE restent la Hollande (15%), la France (12%), l'Angleterre (10,5%), la Belgique (6,8%), et la Pologne (4,9%). L'analyse de l'évolution des exportations d'agrumes au cours des dernières années montre que les marchés de l'UE ont nettement régressé en passant de la moyenne de 86% durant la période 1990-1995 à 55% au cours de cinq dernières campagnes (Anonyme, 2008). D'autres pays sont également des importateurs potentiels hors de l'Union Européenne, comme les pays de l'Europe de l'Est qui ont absorbé près de 200.000T durant le dernier quinquennat par rapport au quinquennat précédent qui a enregistré près de 50.000 T (Anonyme, 2008).

Tableau 7 : Evolution des exportations d'agrumes par destination

	Moyenne 1990/199		Moyenne 1996/2000		Moyenne 2001/2005	
	Export (T)	%	Export (T)	%	Export (T)	%
France	106.884	29,9	64.960	18	53.140	12
Allemagne	55.738	15,5	43.162	12	11.220	2,5
Angleterre	54.764	15,3	46.480	13	47.110	10,5
Hollande	35.810	10	43.356	9,5	70.470	15,8
Belgique	20.472	5,7	26.674	7,4	30.570	6,8
Suède	14.848	4	11.928	3,3	10.510	2,35
Finlande	17.068	4,8	10.230	2,8	8.410	1,9
Lituanie	-	-	-	-	3.380	0,75
Pologne	-	-	-	-	2.200	4,9
Autres	2.848	0,8	3.340	1	10.620	2,4
Total/UE	308.432	86	241.130	67	247.630	55,4
Canada	6.906	2	4.258	1,2	29.020	6,5
USA	3.400	1	898	0,2	4.600	1,03
Russie	12.354	3	99.248	27,5	152.750	34,2



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



Pologne	5.630	2	5.344	1,4	-	-
Norvège	7.258	2	3.220	0,9	3.860	0,9
A. Saoudite	2.708	1	2.922	0,8	6.420	1,4
Autres	11.942	3	3.832	1,0	2.890	0,65
T/hors UE	50.198	14	119.722	33	199.540	44,6
Total	358.630	100	360.852	100	447.170	100



I-2-4. Contraintes du secteur agrumicole du Maroc

Le développement du secteur agrumicole au Maroc est soumis depuis quelques années à plusieurs contraintes d'origines biotique, abiotique, structurelle et technique dont les principales sont comme suit :

- La menace du développement de la tristeza qui représente un problème d'importance économique pour le verger national,
- La menace de la maladie Huanglongbing (ou greening),
- Le vieillissement du verger,
- La concurrence avec les autres pays exportateurs,
- L'instauration de plusieurs mesures protectionnistes, en l'occurrence, les taxes douaniers, les certificats et période d'importation, la clause de sauvegarde, le prix d'entrée etc.
- Les problèmes liés aux facteurs agronomiques comme par exemple faible recours à l'irrigation localisée, non maîtrise des traitements.
- Les problèmes liés aux ravageurs, aux maladies cryptogamiques et virales, aux mauvaises herbes et aux troubles physiologiques.

II- IMPORTANCE DES PRINCIPAUX RAVAGEURS ASSOCIES AUX AGRUMES ET LEURS METHODES DE LUTTE

Les vergers agrumicoles marocains sont attaqués par une trentaine d'espèces de ravageurs, cependant très peu d'entre eux sont considérés comme des ravageurs clés (Vittorio et Delluchi, 1964 ; Abbassi, 1990 ; Smaili et *al.*, 2001 ; Abbassi et Cibari, 2001 ; Mazih, 2007).

II-1-Pucerons

Les pucerons sont des insectes phytophages. Ils possèdent un appareil buccal de type piqueur-suceur qui leur permet d'atteindre les faisceaux cribro-vasculaires du phloème et de se nourrir de sève élaborée. Il existe au sein des pucerons une grande variabilité de cycles biologiques. La parthénogenèse cyclique leur confère une grande capacité de multiplication. Leur potentiel biotique considérable, leur adaptabilité aux conditions de l'environnement, leur capacité à acquérir



des virus et transmettre des maladies aux plantes font des pucerons l'un des groupes entomologiques le plus important du point de vue agronomique.

Le verger agrumicole est attaqué par une vingtaine d'espèces de pucerons (Bodenheimer, 1951 ; Stroyan, 1961 ; Talhouk, 1974). Dans le bassin méditerranéen, les espèces les plus rencontrés sont : puceron vert ; *Aphis spireacola* van Der Goot (*Aphis citricola* Patch), puceron noir de l'oranger : *Toxoptera aurantii* B.D.F, puceron de coton : *Aphis gossypii* Golver, puceron vert du pêcher : *Myzus persicae* Sulzer, puceron noir *Toxoptera citricidus* Kirk (= *A. citricida*) puceron noir de la fève ; *Aphis fabae* Scopoli et puceron noir des légumineuses *Aphis craccivora* Koch (Chapot et Delluchi, 1994, Benhalima, 1995).

Au Maroc, les principales espèces présents sont *Aphis spireacola*, *Toxoptera aurantii*, *A. gossypii*, *M. persicae*, *A. craccivora* et *A. fabae* (Delluchi, 1964) et seuls les trois premières espèces sont considérées comme les plus importantes dans un verger d'agrumes au Maroc (Chapot et Delluchi, 1994, Benziane et al., 2001 ; Smaili et al., 2001 b, Sekkat A., 2008, Smaili et al., 2008).

Les pucerons peuvent ainsi occasionner d'importants dégâts: La croissance des jeunes pousses peut être freinée et la plante s'affaiblit. On peut également observer un avortement des fleurs, la chute des feuilles ou un dessèchement de jeunes pousses. Ce-ci perturbe les fonctions physiologiques et provoque la diminution de la croissance des pousses et la productivité de l'arbre.

L'action toxique de la salive se traduit par des déformations de type varié sur les feuilles ou les rameaux. Cela va de la simple déformation du feuillage à la formation de chancres ou de galles. Les pucerons peuvent transmettre et disséminer des virus pathogènes. Par cet aspect, ils se montrent beaucoup plus nuisibles que par leur prélèvement de sève. *A. gossypii*, par exemple, est vecteur de 44 virus, *T. citricida*, vecteur du virus de la tristezza et qui menace les agrumes au niveau nationale. De plus, la sécrétion du miellat, riche en sucre, provoque le développement de la fumagine sur les jeunes feuilles et réduit la transpiration et la photosynthèse (Sekkat, 2008).

Les pucerons sont des espèces homoptères sternorrhynques et très polyphages. Leur vitesse de reproduction et leur capacité de dispersion leur permettent d'envahir très rapidement une culture. Sous les conditions climatiques marocaines, ils sont caractérisés par des cycles complexes (Remaudière et al., 1973). Ainsi *A. gossypii*, *A. citricola* et *T. aurantii*, se développent par voie parthénogénétique sur les agrumes. Dans le cas de *T. aurantii*, les femelles sont aptères et



accomplissent une génération en une semaine à 25°C en moins de 3 semaines à 15°C et le développement s'arrête au-dessous de 35°C.

Pour contrôler la population de pucerons, plusieurs méthodes de lutte sont utilisées :

II-1-1-Lutte biologique

Les pucerons sont attaqués par plusieurs ennemis naturels et qui peuvent être classés en deux catégories : Les parasitoïdes et les prédateurs.

➤ Parasitoïdes

Les parasitoïdes jouent un rôle important dans la régulation des pucerons. En Floride, les parasitoïdes sont représentés essentiellement par la famille des Aphidiidae. *Lipolexis oregmae* Gaban et *Lysiphlebus testaceipes* Cresson, sont les plus importants parasitoïdes des aphides des agrumes (Persad et al., 2004). En Grèce les parasitoïdes observés sur *T. aurantii* sont : *Aphidius colemani*, *A. matricariae*, *Diaertiella rapae*, *Praon volucre* et *Ephedrus persicae* (Hymenoptera : Braconidae, Aphidiinae) (Kavallieratos et Tomanovic, 2004). Pour *A. gossypii*, les espèces parasitoïdes sont : *Binodoxys angelicae*, *A. colemani* et *D. rapae* (Hymenoptera : Braconidae, Aphidiinae) selon Tremblay (1987).

Le complexe parasitaire de *T. aurantii* au niveau de la région méditerranéenne (Italie et Liban) est constitué de dix espèces d'hyménoptères appartenant au genre *aphidius* Nees, *Diaeretiella* stry, *Ephedrus* Haliday, *Lipolexis* Forster, *Lysiphlebus* Forster, *Praon* Haliday et *Trioxus* Haliday. En Tunisie, le *Lysiphlebus confusus* Tremley et Eady, *Aphidius matricariae* Haliday et *L. testaceipes* sont les plus importants dans le pays (Ben Halima, 1995 ; Brun, 1997). Au Maroc, deux espèces d'aphidiides parasitoïdes ont été identifiées sur les pucerons d'agrumes, *Aphidius ervi* Haliday et *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Sekkat, 2007).

➤ Prédateurs

La prédation des pucerons est assurée par un certain nombre d'espèces. Les travaux de l'ACTA (1984) en France ont montré que les pucerons sont prédatés par le syrphé, la cécidomyie et les chrysopes. En Tunisie, les travaux de Ben Halima, 1995 et ses collaborateurs en 2005 ont montré que la faune prédatrice recensée est constituée de *Episyrphus balteatus* De Geer, *Chrysotoxum festivum* L., *Paragus* sp, *Sphaerophoria scripta* L. (Syrphidae) ; *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Cecidomyiidae) et un Névroptère *Chrysoperla carnea* Stephens (Chrysopidae), un Dictyoptère



Mantis religiosa L.(Mantidae) et des Coléoptères de la famille des Coccinellidae *B. luchatschovii*, *C. septempunctata* L., *Hippodamia variegata* Goeze, *P. 14 punctata* et *P.22 punctata*. Les prédateurs les plus répandus sont *A. aphidimyza*, *C. septempunctata* et *H. variegata*, avec une prédominance des Coccinellidae.

Au Maroc, Smaili et ses collaborateurs (2008) ont rapportés que les espèces prédatrices des pucerons les plus importantes de la région du Gharb sont les coccinelles et plus précisément *Adalia decempunctata*, *coccinellea septempunctata*, la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza*, le syrphe *Episerphus balteatus* et les chrysopes *chrysoperla carena*.

II-1-2. Lutte chimique

La

lutte chimique est appliquée lorsque les seuils économiques sont dépassés. Sur clémentinier, jeunes arbres et portes greffes pour les espèces suivantes : *M. persicae*, *T. aurantii* et *A. gossypii* le seuil économique est de 10%, alors qu'il atteint 5% dans le cas d'*A.citricola*. Les traitements chimiques sont appliqués en pulvérisant des produits appropriés et sélectifs tel que le primicarb et l'imidaclopride.

II-1-3. Pratiques culturales

L'élimination des

branches situés au milieu de l'arbre permet d'éclaircir l'intérieur de la frondaison, de diminuer l'hygrométrie régnant dans l'arbre et de favorise ainsi la circulation de l'air. Tous ces éléments interviennent pour éliminer les branches contaminées.

II-1-4. Surveillance

Dans la

lutte intégrée, une décision de lutte peut être prise après le suivi des ravageurs qui se développent sur les jeunes pousses riches en substances solubles notamment les acides amines (Papaceck, 1998). Le suivi se fait tous les 7 à dix jours sur les jeunes pousses en développement et lorsque des ravageurs sont émises sur 50% des arbres et que les jeunes feuilles dépassent 1 cm de long (Benhalima, 1995). Une décision peut être prise lorsque 50% de jeunes pousses sont infestées, au début de l'infestation en absence d'auxiliaires.

II-2-Cératite



La mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* (Diptera ; Tephritidae) compte parmi les ravageurs de fruits les plus nuisibles au monde, de part sa capacité à tolérer les climats tropicaux et son caractère de polyphagie puisqu'elle s'attaque à une large gamme d'espèces hôtes (250 espèces végétales) dont la majorité est représentée par les arbres fruitiers dont les agrumes, le pommier, abricotier, pêches, prunes, le poirier, le figuier de barbarie et certaines cultures maraîchères. Ce diptère cause des pertes économiques considérables pour les producteurs agrumicoles méditerranéens et principalement ceux du Maghreb.

Les dommages causés par la cératite sont provoqués par des points de piqûres et des galeries dans les fruits qui sont faites respectivement par les femelles et les larves. Ceci provoque un pourrissement rapide et une chute des fruits. Ces points de piqûres constituent également une voie de pénétration de champignons et des bactéries responsables de la décomposition des fruits. Ces dégâts constituent un obstacle majeur pour les exportations en raison de la dévalorisation de la marchandise et des mesures de quarantaines imposées par certains pays importateurs.

L'hivernation de la cératite se fait au niveau du sol à l'état adulte. La femelle attaque des fruits murs et également les fruits verts des clones et des variants à peau lisse pour déposer ses œufs dans la pulpe. La femelle perce l'épiderme du fruit et dépose ses œufs dans la pulpe à une profondeur de 2 à 5 mm (Chapot & Delluchi, 1964). Durant sa vie, la femelle peut produire 300 à 1000 œufs. Après l'éclosion, la larve passe par trois stades qui durent 3 à 6 jours à 35°C (Shoukry et Hafez, 1979) l'asticot quitte le fruit pour se nymphoser dans le sol.

Les temps de développement de l'œuf à l'adulte sont compris entre 16 et 64 jours, respectivement à 30 et 15°C (Duyck et Quilici, 2001). Au Nord de la Tunisie, la cératite développe 4 à 5 générations (Dhouibi et Gahbich, 1994). Au Maroc, les vols sont importants durant la fin du printemps et surtout en automne. La longévité d'un adulte est importante pendant laquelle une femelle peut pondre de 300 à 1000 œufs (jusqu'à 14 œufs par fruit) (Miloudi, 1995, Loussert, 1989 ; Mazih et Chitoukli, 2001). En cas de pullulation de la cératite, plusieurs méthodes de lutte sont utilisées.

II-2-1. Lutte biologique

Les ennemis naturels les plus importants de la cératite sont des parasitoïdes et des prédateurs. Plusieurs auteurs ont rapporté que beaucoup d'espèces d'hyménoptères parasitent les œufs, les



larves et les pupes de la cératite (Quilici, 1997, Quilici et *al.*, 2000 ; Jeffrey et Stibick, 2004 ; Canale et Loni, 2006, Duke, 2005). Dans le bassin méditerranéen, et en particulier au Maroc, le parasitoïde le plus important de la cératite est l'hyménoptère *Psytalia concolor* avec un taux de parasitisme de l'ordre de 2% (Mazih, 1992).

II-2-2. Technique d'insectes stérile ou Steril Insect Technique (SIT).

Elle a pour principe l'introduction dans une population naturelle un grand nombre d'individus mâles de la même espèce rendu stérile. Ces mâles manipulés seront, une fois lâchés, en compétition avec les mâles sauvages et il y a une forte probabilité d'accouplement entre les femelles sauvages et les mâles stériles (Gilmore, 1989). Le résultat aboutit à l'absence de ponte et donc la réduction des infections sur fruits. Cette technique de la SIT a été utilisée avec succès contre la cératite dans plusieurs pays ; au Costa Rica, en Espagne, aux Etats-Unis (Californie, Hawaï), en Italie, au Mexique, au Pérou et en Tunisie (Gilmore, 1989). Au Maroc, un projet sur la 'utilisation de la TIS contre la cératite est en cours d'exécution dans la région du Sous sur 3000 ha (com person. Smaili).

II-2-3. Lutte par les répulsifs

Les répulsifs sont des produits utilisés dans l'agriculture pour lutter contre les ravageurs et spécialement dans l'agrumiculture. En effet le kaolin est l'un des ces produits utilisés en agrumiculture pour combattre la cératite. Smaili et Wadjinny (2008), ont montré que la pulvérisation foliaire de la kaolinite sur les vols de la cératite et sur les infestations au niveau des fruits apparaît comme un produit potentiellement efficace contre ce diptère sur les agrumes dans la région du Gharb.

II-2-4. Lutte par les bioinsecticides

Ce sont des produits renfermant des organismes naturels, leurs gènes ou leurs métabolites, employés pour protéger la végétation contre les ravageurs nuisibles comme la cératite. Différents types de bioinsecticides sont actuellement connus contre la cératite, parmi eux les bactéries entomopathogènes dont *Bacillus thuringiensis*. Plusieurs auteurs démontrent que l'utilisation de la spinosade en Espagne a réduit la population de la cératite (Chueca et al., 2007). D'autres auteurs ont



montrés que le malathion est l'un des produits le plus utilisé contre les ravageurs des agrumes notamment la cératite. Ce produit a donné de bons résultats en verger d'agrumes en Espagne (Urbaneja et al., 2009). D'autres produits sont aussi utilisés parmi eux, les mycopesticides telle que les formulations huileuses des spores de *Metarhizium*, *Beauveria bassiana*, *B. brognardtii*; Virus entomopathogènes: Baculovirus (carpovirusine); Nématodes entomopathogènes du genre *Steinernema* et du genre *Heterorabditis*.

II-2-5. Surveillance

La surveillance consiste en l'observation de 5 fruits par arbre et la présence de piqûre de la cératite indique que le fruit est infesté. La surveillance de ce ravageur se fait par deux méthodes : le contrôle visuel, qui constitue une étape indispensable dans la maîtrise de la Cératite (Louriki, 2001) et constitue également un signal d'intervention de lutte contre la Cératite, car il est utilisé comme outil décisionnel avec le seuil d'intervention de l'ordre de 1% de fruits piqués (Chouibani et al, 2000). La deuxième méthode est le piégeage, qui consiste à suspendre des pièges sur les arbres à une hauteur de 1,5 à 2 m à l'exposition Sud-Est. Les pièges utilisés sont de type Maghreb-Med, contenant l'attractif sexuel, trimédélure et l'insecticide DDVP à raison d'un piège par hectare. L'attractif doit être changé une fois chaque mois ou tous les deux mois tandis que le DDVP tous les deux mois (Chouibani et al, 2000). Le suivi par cette technique est basé sur des relevés hebdomadaires du nombre de capture par pièges, comparé à chaque à un seuil de 21male/pièges/semaine (Benziane, 2003 ; Bihi, 2000). Il faut accorder une importance particulière au contrôle de fruits (Chouibani et al, 2001).

II-2-6. Pratiques culturales

Plusieurs techniques peuvent être utilisés pour réduire la population de la cératite, parmi elles la destruction des fruits susceptibles d'abriter la cératite surtout après leur chute et l'élimination des arbres abords du verger susceptibles d'être réservoirs de la cératite (Mazih, 1992). Les travaux du sol tel que le labour constitue un moyen notable de lutte contre la mouche et permet la réduction des pupes enfuies dans le sol (Hanafi, 2000).

II-2-7. Lutte chimique



La lutte chimique par insecticides se fait par pulvérisation couvrante soit par une pulvérisation d'appât très localisée. Les organophosphorés ou perythrinoïdes sont des insecticides très utilisés contre la cécidie. Vu les effets néfastes de la lutte chimique classique sur les ennemis naturels, d'autres méthodes ont été utilisées pour lutter contre la Cécidie, il s'agit de la lutte localisée et la méthode par bouchon de paille.

II-3-Mineuse des agrumes

La mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton est un micro lépidoptère appartenant à la famille des Gracillariidae et sous la famille des Phyllocnistinae (Balakchowsky, 1966). Cette mineuse est considérée comme l'un des ravageurs les plus importants répertoriés sur les agrumes dans le bassin méditerranéen. L'apparition de *P.citrella* comme le prédateur primaire au Maroc date depuis 1994. Les adultes ayant une envergure de 3mm, après hibernation, ils apparaissent dans les jeunes pousses au printemps. La femelle de *P.citrella* recherche de façon préférentielle les jeunes feuilles, riches en éléments nutritifs, pour pondre ses oeufs et délaisse les feuilles âgées. Les oeufs de *P. citrella* sont déposés un par un sur la face inférieure des feuilles. *P.citrella* présente plusieurs générations annuelles et la durée du cycle biologique varie en fonction des variations de température. Le développement de l'œuf à l'adulte peut être achevé en moins de deux semaines (Wilson, 1981 ; Ware, 1994).

Au Maroc, ce micro lépidoptère présente cinq générations dans la région du Gharb, trois estivales et deux autres hivernales (Smaili, 2001). Cette mineuse vit principalement aux dépens des agrumes, l'analyse des feuilles minées de trois variétés d'agrumes (Navel, Nour, Maroc-Late), issues des pousses estivales et automnales a montré que la surface foliaire détruite par une chenille varie entre 20 et 26% selon la variété et la pousse, l'attaque due à la mineuse, peut pratiquement atteindre 100% (Mazih et Chitoukli, 2001). Trois larves ou plus peuvent détruire plus de 40 à 50% de la surface foliaire, ce qui peut engendrer la chute des feuilles sachant qu'une larve peut consommer de 1 à 7 cm² (Knapp et al., 1995).

Quelques méthodes de lutte:

II-3-1. Lutte biologique



Le développement de la population de la mineuse est naturellement contrôlé par plusieurs espèces de parasitoïdes indigènes et exotiques. En Chine, sept espèces de parasitoïdes vivants sur les larves, et deux sur pupes ont été identifiées (Wang et al., 2006). Le taux de parasitisme peut aller de 40 à 70% selon les saisons et les régions. En Floride *Ageniaspis citricola* a été introduite avec succès, et s'est rapidement acclimatée avec des taux de parasitisme de 60-80% (Pena et al, 1996 ; Smith et al 1995). En Algérie, trois parasitoïdes locaux ont été identifiés *Cirrospillus pictus*, *C.vittatus* et *Pnigalio mediterraneus* (Saharoui et al.2001). Selon les mêmes auteurs le taux de parasitisme avoisine 22 à 29 % sur le citronnier et 26 à 30% sur des orangers.

Au Maroc, comme dans tous les pays méditerranéens, plusieurs espèces de hyménoptères indigènes parasitent ce ravageur : *Pnigalio sp.*, *Cirrospillus vitattus* (Rizqi et al., 2001, Mazih et Chitoukli, 2001, Smaili et al., 2001). Selon les mêmes auteurs, le taux de parasitisme dû à ces auxiliaires est souvent faible et ne peut pas réduire les populations de la mineuse. Pour renforcer l'activité des parasitoïdes autochtones, d'autres espèces ont été introduites et lâchées : *Quadrastichus phyllognistoides*, *Semiolachar petiolatus*, (Hymenoptera : Eulophidae), *Ageniaspisi citricola* (Hymenoptera : Encyrtidae) *vitattus* (Rizqi et al., 2001, Mazih et Chitoukli, 2001, Smaili et al., 2001). Le premier qui a été lâché était *A.citricola* au niveau de certaines régions agrumicole du Maroc depuis 1996 (Mazih A, 1998). Le taux de parasitisme enregistré est très variable en fonction de la saison et de la région. Dans la région du Haouz, l'étude a révélé des taux de parasitisme d'environ 1,1% pendant la période estivale et de 15% à l'automne (Ouzrit, 1998).

➤ Les prédateurs

Plusieurs espèces prédatrices ont été rapportées comme étant associées à la mineuse, en l'occurrence les chrysopes, punaises, fourmis et araignées.

II-3-2. Lutte chimique

L'utilisation des insecticides s'est heurtée à de nombreuses contraintes, et s'est avérée ne pas être la solution à long terme (très polluante et coûteuse). En outre, la réduction des infestations par les moyens chimiques reste difficile du fait que les larves et les nymphes sont respectivement



protégées à l'intérieur des mines ou des chambres nymphales. La lutte chimique est recommandée seulement en cas des infestations des jeunes plantations en été et en automne.

II-3-3. Pratique culturale

Il est important de signaler que la sévérité des attaques de la mineuse peut être réduite par la limitation de la croissance des pousses en évitant une fertilisation et une irrigation exagérée pendant l'été et automne. L'apport de la fertilisation en hiver pour assurer la croissance des pousses au printemps pendant lequel ce ravageur est absent ou moins abondant. La pratique d'une taille adéquate des arbres infestés, les feuilles et les rameaux attaqués doivent être ramassés et brûlés loin du verger.

II-4-Cochenilles

Les cochenilles sont des homoptères dont plusieurs espèces sont nuisibles à l'agrumiculture marocaine. Il s'agit de californie *Aonidiella aurantii* Maskell ; la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* Newman, la cochenille violette *Parlatoria pergandii* Comstock, la cochenille noir *Parlatoria ziziphi* Lucas, la cochenille serpette *Lepidosaphes gloverii* Packard (Diaspididae) et la cochenille farineuse *Planococcus citri* Risso (Margarodidae) (chapot et Delucchi, 1964 ; Abbassi, 1990). Les cochenilles diaspidines représentent les espèces les plus nuisibles au Maroc. Elles sont connues par la forme du pygidium des femelles pourvu de peigne et par la présence de bouclier protecteur englobant les exuvies larvaires et nymphales.

Ces ravageurs causent des dégâts importants pour le secteur agricole. Le pou de californie est l'ennemi le plus redoutable de toutes les variétés (Loussert, 1987). Ce ravageur provoque au niveau des feuilles des points de pénétration des stylets, la chlorophylle est détruite sous l'effet des toxines injectées (Delabie et al, 2008). L'infestation des fruits se traduit par des déformations et des traces. Sur les rameaux, les femelles provoquent là où elles sont installées un fort dessèchement. Lors de fortes attaques, il s'en suit un affaiblissement de l'arbre entier qui peut être détruit en deux ans.

Ces espèces présentent trois générations, une au printemps, la deuxième en été et la troisième en automne. *A. aurantii* présente 3 à 4 générations par année au Maroc (Abbassi, 1990). La première vague d'émission larvaire se situe entre fin avril et début mai, la deuxième entre juillet



et début Août et la troisième entre mis septembre et mi octobre. Les cochenilles pourraient développer une quatrième génération, c'est le cas par exemple du *L.beckii* dans la région du Gharb (Afellah et al., 1989 ; Abbassi, 1990 ; Smaili et al., 2000).

II-4-1. Lutte biologique

Les cochenilles sont contrôlées par plusieurs espèces prédatrices et parasitoïdes principalement les hyménoptères et particulièrement la famille des Aphelinidae (Smirnov, 1956, Benassy, 1986 ; Abbassi, 1990).

➤ Parasitoïdes

Dans le cas de *A. aurantii*, les ennemis naturels rencontrés en vergers marocains sont *Aphytis melinus* Debach (Hymenoptera : Aphelinidae), *Aphytis chrysamphali* Marcet (Hymenoptera : Aphelinidae), *Aphytis lingnanensis* Comperes (Hymenoptera : Aphelinidae), *Camperiella bifasciata* Haward (Hymenoptera : Encyrtidae) et *Encarcia citrina* Craw (Hymenoptera : Aphelinidae). En effet, *Aphytis melinus* et *Camperiella bifasciata* restent les parasitoïdes les plus importants. *Aphytis melinus* reste le parasitoïde le plus lâche contre *A.aurantii* dans plusieurs pays, Etats –Unies (Reeve et Murdoch, 1985), Grèce (Argyriou, 1970), Espagne (Carrero, 1979) et au Maroc (Benassy et Euverte, 1968, Guirro et al., 2003).

➤ Prédateurs

Pour *Parlatoria pergandii* Comstock, les espèces les plus importantes dans le contrôle des populations des cochenilles sont généralement représentées par des coléoptères, *Chilocorus bipustulatus*(L.) (Coleoptera : Coccinellidae), *Lindorus puichellus* Muls (Coleoptera : Coccinellidae), *Lindorus lophantae* Blaisd (Coleoptera : Coccinellidae), (Carrero et al., 1977).

II-4-2. Lutte chimique raisonnée

Elle se base principalement sur le seuil d'intervention qui définit le moment opportun de traitement, sur le bon choix du produit et sur la bonne dose à utiliser. Selon Papacek (1997), le seuil est atteint lorsque 25% des fruits observés sont infestés par ce ravageur et en absence du parasitisme. Au Maroc, les seuils d'intervention ont été définies entre 1500 et 2500 males (Anonyme, 1997 cité par Bihi, 2000). Le traitement chimique commence une fois le seuil



d'intervention est dépassé en absence des parasitoïdes. Il est pratiqué par des coccidés de synthèse (méthidation) et/ou des huiles blanches.

II-4-3. Pratique culturale

Certaines techniques culturales telles que la taille ont une action directe sur le cycle évolutive de pou de Californie (Kaoutari, 2000).

II-5-Acariens

Tetranychus urticae (koch) (Acarina : Tetranychidae) ou acarien jaune est une espèce très polyphage qui attaque plus de 15 cultures y compris les agrumes, il est rencontré dans toutes les régions agrumicoles du Maroc (Appert, 1982). Les acariens causent de sérieux dommage particulièrement sur le clémentinier et citron. Dans les régions à hiver froid, ce ravageur hiverne dans la partie inférieure de l'écorce d'arbre. Lorsque l'hiver devient tempère, le parasite reprend son activité et colonies.

Les différents stades de l'acarien (les larves, les nymphes et les adultes) se nourrissent des tissus et des sucres végétaux, ce qui provoque la destruction des cellules du parenchyme palissadique et celles du parenchyme spongieux de la feuille (Boutaleb, 1999) ces altérations ont pour conséquences une réduction du nombre de chloroplastes et des lors une réduction de l'activité photosynthétique se traduisant par une décoloration des feuilles. Ce qui attribue à l'endommagement de la surface protectrice de la feuille et à des altérations dans le fonctionnement des stomates.

Les œufs sont généralement déposés à la surface inférieure des feuilles. La femelle ne commence à pondre qu'après mue imaginale de mi-jour à 3 (Boutaleb, 1999). Les larves possèdent six pattes après l'éclosion suivi de deux autres stades larvaires à quatre paires de pattes. Ce ravageur est caractérisé par plusieurs générations et la durée de développement est liée essentiellement à la température et à l'âge de la feuille. Les infestations au niveau des arbres débiteront à la mi-avril. La strate herbacée constitue pour ce ravageur un réservoir important pour la réinfestation du verger.

Panonychus citri Mc Gregor (Acarina : Tetranychidae), ou acarien rouge des agrumes. A l'émergence, la femelle de *Panonychus citri* est de couleur vif rouge, après elle devient de plus en



plus pourpre à sombre avec l'avancement de l'âge. Ce ravageur est présent dans tous les vergers agrumicoles marocains. La femelle est de 0,5 mm de long avec de longues soies abdominales blanches et des pattes jaunes alors que le male est de taille réduite et conique à sa partie postérieure (Chapot et Delucchi, 1964).

La femelle pond 30 à 50 œufs. la ponte se fait le long de la nervure centrale des deux faces foliaires, sur les rameaux et les fruits. L'espèce accomplit son cycle dans une durée de 30 à 50 jours avec 12 à 15 générations par an. Tous les stades de développement de l'espèce s'alimentent principalement sur les feuilles, et occasionnellement sur les fruits. La prise de nourriture par les acariens est traduite par des taches mouchetées qui induit à leur chute prématurée en cas d'une forte pullulation et donne un aspect jaunâtre de l'arbre. Les dégâts sont très prononcés quand le climat est chaud et sec (Childers, 1994). La lutte biologique, la lutte chimique, prophylactique sont utilisées pour contrôler ces déprédateurs.

II-5-1. Lutte biologique

La

lutte biologique contre les acariens se fait naturellement par ses auxiliaires qui sont repartis en deux groupes : les acariens prédateurs et les insectes acariphages.

➤ Les acariens prédateurs

L'ennemi le plus important est l'acarien prédateur *Euseius* sp de la famille des Phytoseiidae. En Floride Childers (1994) et McCoy (1985), rapportent que les auxiliaires *Esseius stipulatus* et *Typhlodromus phialatus* sont les plus fréquents et efficaces contre ces déprédateurs. Au Maroc, l'espèce *Esseius rubinia* (Acarina : Phytoseiidae) a été identifiée et inféodée sur citrus dans la région de Marrakech, alors que *Esseius stipulatus* a été identifiée dans le Gharb, l'orient et le Souss (Chouibani et al., 1998). Le prédateur *Euseius* attaque principalement les stades immatures de l'acarien (Mc Murtry, 1977).

➤ Les insectes prédateurs

Les insectes prédatrices des acariens sont représentées par plusieurs espèces notamment les coccinelles qui représentent une des familles les plus importantes. En verger d'agrumes, ils sont surtout représentés par le genre *Stetholus* et *Scymnus* (Smail et al, 2006 ; Nia et al. 2008, Fauvel ; 1990).



Selon les mêmes auteurs l'efficacité importante de *stétholus* est due à sa fécondité élevée et sa voracité qui avoisine de 200 acariens par jours pour les larves et 40 à 60 acariens par jour pour les adultes.

Les coccinelles appartenant à ce genre a montre une excellente efficacité contre différentes espèces d'acariens notamment *Panonychus citri* et *Tetranychus urticae*. D'autres insectes prédateurs des acariens sont des chrysopes. Leur voracité acariphages peut atteindre 30 à 50 formes mobiles de *panonychus ulmi* (Principi et Canard, 1974). Deux autres familles Hemerobiides Coniopterygides et surtout leur larves s'attaquent également aux acariens.

II-5-2- Lutte chimique

Compte tenu du risque évalué au niveau du verger, un traitement des foyers d'infestation par des acaricides compatible au lutte intégrée reste indispensable, en principe le traitement commence lorsque la densité des formes mobiles dépasse le seuil d'intervention. En cas de fortes infestations des traitements généralisés peuvent être envisagés.

II-5-3- Lutte prophylactique

Les mesures prophylactiques comme les pratique culturales sont impératives pour gérer et éviter la prolifération des populations Tetranyques. Les actions de ces mesures consistent à la gestion des mauvaises herbes tout en gardant une partie enherbée pour préserver les ennemis naturels. Une fertilisation minérale équilibré tel que l'apport potassique, une irrigation régulière des arbres pour éviter le stress hydrique (Hmimina et al.,1995)

III- PHENOMENE DE LA PREDATION : CAS DE LA PREDATION INTRAGUILDE

III-1- Type de prédation

La prédation est une interaction entre différents organismes qui affecte grandement les dynamiques de populations, tant des proies que des prédateurs (Provost, 2005) .La prédation inclut, la prédation intraguilde ainsi que le cannibalisme, et constitue un processus écologique essentiel de contrôle des populations et/ou de l'évolution des espèces (Voynaud, 2008). La prédation se définit



comme étant la consommation d'un organisme vivant par un autre (Smith, 1986) et se divise, en son sens le plus strict, en trois catégories principales :

- **La prédation extraguilde:** impliquant une relation de nutrition entre deux espèces ne consommant pas les mêmes ressources,
- **La prédation intraguilde :** impliquant une relation de nutrition entre deux espèces consommant au moins une même ressource,
- **Le cannibalisme:** impliquant une relation de nutrition au sein d'une même espèce.

III-1-1-Prédation intraguilde

La prédation intraguilde est une interaction hybride entre la compétition et la prédation, ayant comme issue la mort ou la consommation d'un individu par un prédateur de la même guildes.

Une guildes étant définie comme l'ensemble des organismes exploitant une même ressource (appelée proie extraguilde; Rosenheim et *al.*, 1995), l'IGP correspond à l'événement où un membre d'une guildes pose un acte de prédation sur un membre de la même guildes (Polis et *al.*, 1989); ce premier étant défini comme le prédateur intraguilde (prédateur intraguilde) et le second, comme la proie intraguilde (proie intraguilde) (figure 1) .

L'IGP est une interaction observée chez plusieurs groupes taxonomique et est très répandue dans différentes communautés (Polis et *al.* 1989). L'IGP a été observé pour plusieurs agents de lutte biologique dans une panoplie d'écosystèmes agricoles, tels que les légumes de serres, le grain entrepose, le coton, la culture de pomme de terre, de riz et de luzerne ainsi que dans plusieurs vergers (Rosenheim et *al.* 1995).

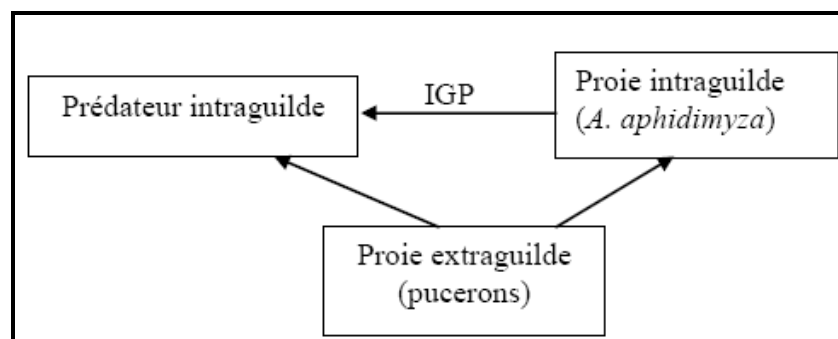


Figure-1: Schéma de la prédation intraguilde. Les flèches indiquent le flux



de matière et d'énergie. IGP est l'acronyme de « intraguild prédation »
soit la prédation intragilde (Sentis, 2008)

Selon la symétrie de l'interaction, l'IGP peut être symétrique ou asymétrique (bidirectionnelle ou unidirectionnelle) selon que la proie intragilde peut devenir à son tour prédateur intragilde ou non.

- L'IGP est asymétrique lorsqu'un prédateur est systématiquement la proie (proie intragilde) du second (prédateur intragilde).

- L'IGP est symétrique lorsque les deux prédateurs sont à la fois victimes et prédateurs selon les circonstances. On observe plusieurs formes de prédation intragilde. La IGP de coïncidence est observée lorsqu'un organisme de grande taille, en se nourrissant de sa ressource habituelle, consomme des microorganismes s'attaquant à la même ressource (Polis et al. 1989). La situation la plus fréquente selon Rosenheim *et al.* (1995) est que les stades les plus avancés de deux espèces se nourrissent des stades antagonistes plus jeunes (relation bidirectionnelle), ce type de prédation est appelé (Polis et McCormick 1986).

En fin, on observe une prédation intragilde mutuelle où les individus de différentes espèces s'attaquent indépendamment de la taille (Polis et McCormick 1986). Considérant cet élément, il devient donc important d'évaluer l'IGP en fonction, non seulement de son intensité (taux d'IGP entre une combinaison de prédateurs déterminée), mais aussi de sa symétrie. Quatre types de l'IGP sont connus (Lucas, 2005).

- **IGP protectrice:** le prédateur tue la proie intragilde dans le but de se protéger avant une période de haute vulnérabilité, la consommation de la proie est facultative;

- **IGP compétitive:** le prédateur tue la proie intragilde afin d'éliminer un compétiteur, la consommation de la proie est facultative;

- **IGP nutritionnelle:** la valeur nutritive de la proie intragilde excède celle de la proie alternative;

- **IGP opportuniste:** le prédateur sélectionne sa proie en fonction de sa grosseur, peu importe la guilde à laquelle elle appartient.



III-1-2-Facteurs influençant la prédation intraguilde

Plusieurs facteurs peuvent exercer une influence sur l'IGP, dont le stade de développement des différents organismes : expérience, vitesse et grosseur des individus (Polis *et al.*, 1989; Lucas *et al.*, 1998; Phoofolo et Obrycki, 1998 ; Yasuda *et al.*, 2001), leur spécialisation alimentaire : spécialiste ou généraliste (Lucas *et al.*, 1998), le degré de satiété et la stratégie de prédation du prédateur (Yasuda *et al.*, 2001).

En effet, la structure et les particularités de la plante hôte demeurent des facteurs limitants majeurs en ce sens que, d'un côté, la complexité de la structure peut créer des refuges pour la proie intraguilde, ce qui vient moduler le succès cynégétique du prédateur intraguilde (Finke et Denno 2002; Lucas, 2005), et d'un autre côté, la présence ou le type de me foliaire ainsi que la densité de trichomes sont susceptibles de réduire la mobilité des organismes et servir également de refuge ontogénique aux proies potentielles (Carter *et al.*, 1984; Roda *et al.*, 2000; Lucas, 2005), la présence d'une proie extraguilde alternative (Rosenheim *et al.*, 1995) ainsi que le mode de distribution et les stratégies défensives des proies extraguildes (Lucas, 1998), présence de proies alternatives (Rosenheim *et al.*, 1995). Selon Lucas et ses collaborateurs (1998), il existe quatre scénarios possibles entre le taux d'IGP et la densité de proies :

- l'**IGP** demeure constante sans égard à la densité de proies extraguilde;
- l'**IGP** répond à l'introduction de proies extraguilde en décroissant de façon exponentielle;
- l'**IGP** diminue constamment avec une augmentation de la densité de proies extraguilde;
- l'**IGP** demeure constante et élevée à de faibles densités de proies extraguildes, mais décroît à

des densités très élevées de ces mêmes proies.

III-2-Type de prédateurs en cas d'IGP

Les prédateurs sont séparés en deux assemblages distincts, basés sur le comportement de prédation.

III-2-1-Prédateurs actifs

Pendant une séquence de prédation active, on peut observer deux modes de recherche : La recherche extensive et la recherche intensive. La recherche extensive est caractérisée par un



déplacement rapide et un parcours peu sinueux (Curio, 1976); elle est utilisée, a priori, pour permettre au prédateur de couvrir un grand territoire en relativement peu de temps. À la suite de la consommation de sa première proie, le prédateur passe à une recherche intensive, particularisée par un déplacement beaucoup plus lent et plus sinueux, lui permettant de concentrer sa recherche autour du lieu de la première rencontre permettant ainsi d'augmenter ses chances de rencontre avec une proie. C'est le cas de nombreux prédateurs aphidiphages parmi les Coccinellidae, les Chrysopidae, les syrphidae.

III-1-2-Prédateurs furtifs

Chez les arthropodes, différents comportements ou stratégies de prédation peuvent être observés. Lucas et Brodeur (2001), ont définis la prédation furtive comme une attitude de recherche cynégétique qui permettrait au prédateur de duper les moyens de détection de ses proies (ex. mouvements lents, camouflage) et ainsi éviter les réponses défensives qui pourraient s'en suivre. Cette stratégie a été relevée pour la première fois chez les larves d'*A. aphidimyza* au sein une colonie de pucerons (Lucas et Brodeur, 2001), ce comportement a également été noté dernièrement par Fréchette *et al.* (2007) chez la mouche prédatrice *Leucopis annulipes* (Dipt.: Chamaemyiidae). Certains, comme les araignées ou les larves de fourmillions utilisent des pièges pour réduire le mouvement de leurs proies et ainsi les capturer. D'autres, comme certaines punaises, préfèrent la chasse à l'affût et conserver l'immobilité en attendant qu'une proie passe à proximité et la capturer (Hagler et al. 2004). Cette tactique permettrait aux utilisateurs de profiter d'une protection contre l'IGP par l'effet de dilution et de rencontre.

III-3-Importance de la prédation intragilde au niveau appliqué.

La La prédation intragilde peut avoir de nombreuses répercussions au niveau appliqué. Les informations manquantes concernant les différentes interactions entre les espèces peuvent être une source d'échec lors de l'introduction. Plusieurs conséquences peuvent résulter d'une méconnaissance des interactions intragilde, entre autres, l'espèce introduite peut être victime de prédation intragilde et servir de proies aux espèces indigènes ; l'espèce introduite peut aussi s'attaquer aux différents stades de développement des espèces indigènes, et ainsi engendrer l'effet contraire à celui escompté (Polis et Holt 1992).



L'IGP peut aussi avoir d'importantes conséquences sur les programmes de lutte biologique (Rosenheim et al.1995, Ehler 1996). L'IGP peut affecter un programme de lutte biologique lorsque l'agent biologique lâche s'attaque à ou est attaqué par les ennemis naturels indigènes (Polis et Holt 1992 ; Rosenheim et al. 1993,1995). De plus, la IGP peut influencer le succès d'un programme de lutte biologique, lorsqu'un prédateur lâche s'attaque à des individus déjà attaqués, soit par un parasitoïde (Roger et al.2001).par exemple, Colfer et Rosenheim (1995) ont observé que la coccinelle *H.convergens* pouvant détruire 73 à 100% des stades immatures des parasitoïdes *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) qui se développent à l'intérieur du puceron *Aphis gossypii* Glover.

Néanmoins, dans certaines circonstances, la prédation intragilde peut constituer un facteur positif dans les programmes de lutte. En effet, dans les programmes de lutte par introduction d'un ennemi naturel dont l'action doit se maintenir au fil des générations, il est souhaitable qu'un équilibre s'installe entre cet auxiliaire et sa proie, afin que la disparition du ravageur n'entraîne pas la disparition de l'auxiliaire. Si cet auxiliaire est lui-même victime de prédation intragilde par un autre prédateur du ravageur, ce prédateur intragilde peut contribuer à stabiliser les populations du ravageur et de l'auxiliaire et donc contribuer au succès du programme.

La réussite de l'implantation d'un programme de lutte impliquant des agents de lutte biologique nécessite donc l'évaluation des interactions entre l'agent de lutte biologique et les ravageurs, mais aussi avec les différents ennemis naturels indigènes.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
[*www.fst-usmba.ac.ma*](http://www.fst-usmba.ac.ma)



PARTIE EXPERIMENTALE



A - COMPARAISON DE L'EFFET DES TRAITEMENTS PAR LE KAOLIN, LE SAVON NOIR ET LES LACHERS DES COCCINELLES SUR LES PUCERONS ET LEURS ENNEMIS NATURELS

I - INTRODUCTION

Dans le bassin méditerranéen, plusieurs ravageurs limitent le développement normal du secteur agrumicole et peuvent provoquer des dégâts importants lorsque les conditions leur sont favorables. A côté des cochenilles et la cécidie, les pucerons sont parmi les principaux ravageurs d'importance économique. Au Maroc, les pucerons qui sont susceptibles d'attaquer les agrumes sont : le puceron vert *A. spireacola*; le puceron noir de l'oranger *T. aurantii* ; le puceron de coton *A. gossypii* ; le puceron vert du pêcher *M yzus persicae* ; le puceron noir de la fève *A. fabae* et le puceron noir des légumineuses *A. craccivora* (Chapot et Delluchi, 1964).

Dans le Gharb, seules les 3 premières espèces sont considérées comme les plus importantes pour les vergers d'agrumes (Smaili et al., 2001, 2008 et Sekkat, 2008). La vitesse de reproduction et la capacité de dispersion permettent aux pucerons d'envahir très rapidement les pousses d'agrumes (Carver, 1978). Ces espèces peuvent engendrer des dégâts importants en particulier sur les jeunes pousses d'agrumes, ce qui se traduit par la chute des jeunes feuilles et affecte leur croissance (Michaud et Brownin, 1999). L'importance de ces ravageurs réside également dans le fait que ces espèces peuvent transmettre des virus d'importance économique. Pour certaines années, l'infestation engendrée par les pucerons est souvent faible, contrairement, sur les jeunes plantations, les dégâts sont visibles chaque année (Smaili et al., 2009). Le développement des populations des pucerons sur des jeunes plantations est limité par plusieurs contraintes en l'occurrence, l'état des pousses, les prédateurs, le parasitisme et la température (Smaili et al., 2008 et 2009).

Pour limiter les pullulations des pucerons, les producteurs utilisent des produits chimiques polyvalents sans tenir compte des effets néfastes sur l'environnement et d'autres arthropodes utiles



surtout sur les ennemis naturels des pucerons et notamment les coccinelles prédatrices qui jouent un rôle important dans la maîtrise des déprédateurs dans les systèmes culturaux et leurs rôles antagonistes efficaces contre les pucerons (Iperti, 1990 ; Michaud, 2004; Smaili et al, 2006).

La présente étude, qui s'inscrit dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs d'agrumes, a pour objectif de comparer des traitements par la kaolinite, le savon noir et les lâchers des coccinelles sur les pucerons et leurs ennemis naturels associés aux jeunes plantations d'agrumes.

II. MATERIEL ET METHODES

II-1. Station d'étude

La région du Gharb est située au Nord-Ouest du Maroc et couvre une superficie géographique totale de 616.000 ha dont 388.000 ha de superficie agricole utile (DPAE, 2006). Le climat est de type méditerranéen avec une influence atlantique favorable au développement d'une large gamme de cultures y compris les agrumes. Les précipitations annuelles moyennes se situent entre 450 mm à 530 mm. Les températures moyennes oscillent entre 13°C pendant l'hiver et 27°C pendant l'été. La plaine du Gharb dispose de ressources hydriques considérables dont les apports annuels sont de l'ordre de 6,75 milliards de m³ dont près de la moitié est réservée à l'irrigation (3,5 milliards de m³).

Cette étude a été réalisée au niveau de la station expérimentation d'El Menzeh qui relève de l'Institut Nationale de la Recherche Agronomique, situé à 9 km de Kénitra. La parcelle est plantée par la variété Clémentinier (*Citrus clementina*) âgée de 5 ans avec 354 arbres et un écartement de 2 x 4 m, sur un sol sablonneux. La parcelle d'essai reçoit le minimum d'entretien nécessaire (désherbage mécanique, irrigation goutte en goutte, fertilisation). Durant la période de l'expérimentation, aucun traitement chimique n'a eu lieu au niveau de la parcelle d'étude.

II-2- Description des traitements utilisés

II-2-1-Imidaclopride

L'imidaclopride est un insecticide qui appartient à la famille des néonicotinoïdes. Il agit comme antagoniste des récepteurs cholinergiques nicotiniques sur la membrane post synaptique. Ce



produit se fixe sur le récepteur nicotinique, qui engendre une hyperactivation neuronale, ce qui se traduit par la mortalité des insectes par tétanie.

L'imidaclopride est un produit systémique très actif contre de très nombreux arthropodes (Marquini et al., 2002) et en particulier pour les pucerons (Karagounis et al, 2006). Le fait qu'il soit systémique confère au composé un certain nombre d'avantages concernant son efficacité, et permet notamment l'élimination des insectes inaccessibles aux pulvérisations classiques.

II-2-2-Savon noir

Le savon noir est un produit naturel, constitué d'acide gras à longues chaînes non saturées. Il est traditionnellement utilisé contre les pucerons, les araignées rouges, ou encore, pour nettoyer les feuilles des plantes salies par les champignons ou le miellat. Il agit sur les insectes par contact en dissolvant l'enveloppe extérieur en entraînant leur déshydratation ou encore, par ingestion en détruisant la structure et la membrane cellulaire du système digestif de l'insecte. En conséquence leurs contenus se vident et la cible meurt rapidement. De plus, le savon noir, une fois pulvérisé, obstrue les pores respiratoires des insectes et provoque leur asphyxie.

II-2-3-Kaolin

Le kaolin est un produit minéral, sous forme d'argile blanchâtre naturelle ($\text{Al}_4\text{SiO}_{10}(\text{OH})_8$), constituée de particules fines sans effet biochimique ni physiologique sur les insectes. Il est utilisé en raison de son impact répulsif par la couleur blanchâtre une fois pulvérisée sur les feuilles et les fruits.

II-2-4-Lâchers des ennemis naturels

La lutte biologique est une méthode qui utilise les organismes vivants dans le but de diminuer la densité des populations d'un autre organisme vivant, généralement un ravageur. Durant cette étude, nous avons réalisé des lâchers continus des ennemis naturels et principalement 4 individus (larves âgées ou adultes) d'*Adalia decempunctata* (Coleoptera : Coccinellidae). Les individus d'*A. decempunctata* ont été maintenus en élevage sur les pucerons (*A. spireacola* et *T. aurantii*) au laboratoire d'entomologie (INRA Kénitra).



II-3- Méthodologie

La parcelle est divisée en trois blocs dont chacun est constitué de 5 traitements. Quatorze arbres ont été choisis par traitement et par chaque bloc. Chaque parcelle élémentaire est constituée de quatre arbres.

Quatre arbres choisis aléatoirement à raison de 8 pousses par arbre ont été observés pendant chaque semaine. Les jeunes pousses sont souvent constituées d'environ 20 cm de longueur. Ces observations ont été effectuées sur 160 jeunes pousses par bloc, à raison de 8 jeunes pousses/arbre, soit 32 jeunes pousses/traitement/bloc. Ces contrôles visuels ont été effectués depuis : fin du mois de mars jusqu'à la fin du mois d'avril de l'année 2010.

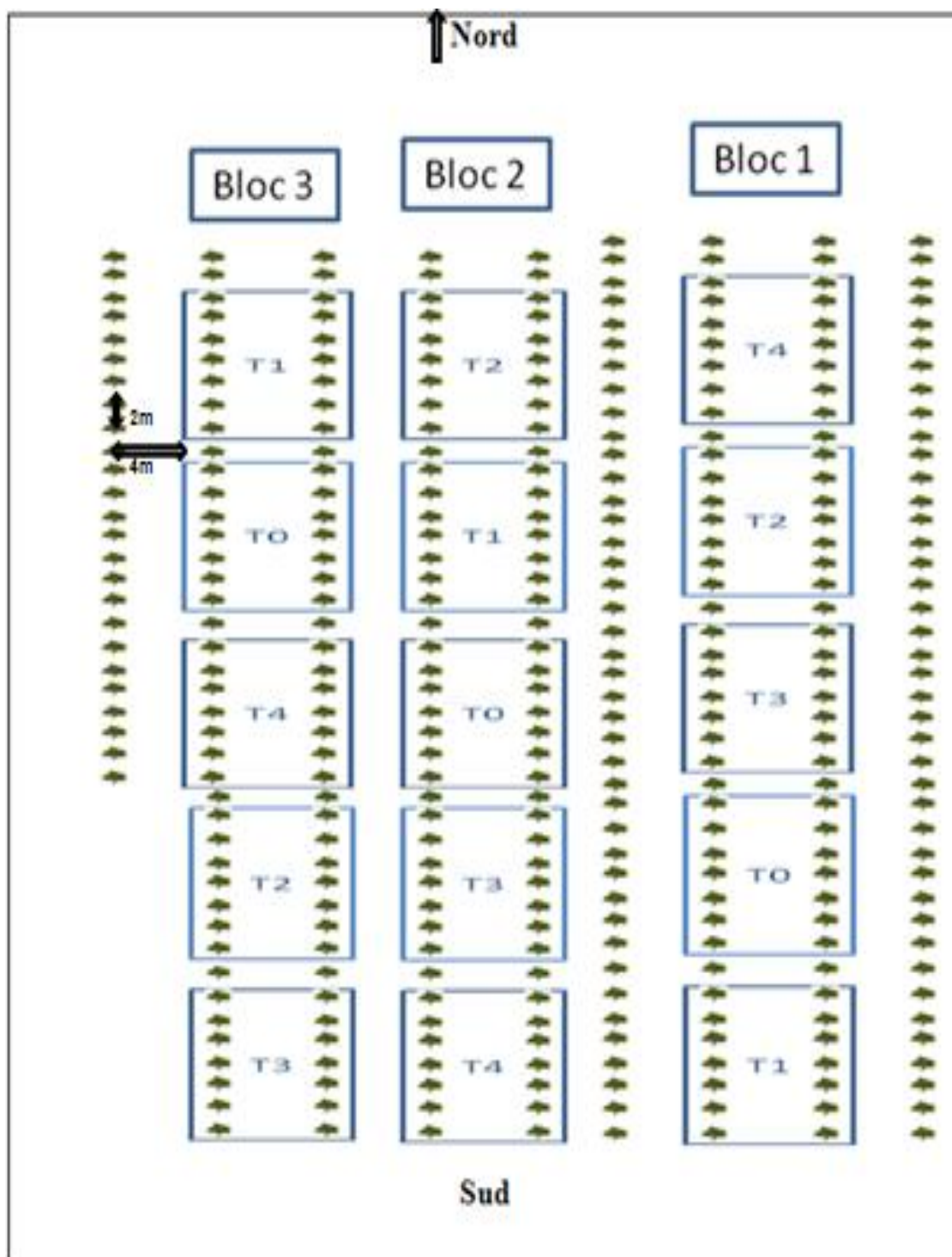


Figure 2 : Dispositif expérimentale de l'essai de lutte contre les pucerons



T1 : Arbres traités avec l'imidaclopride (50cc/hl)

T2 : Arbres traités avec le savon noir (200g/1hl)

T3 : Arbres traités avec le kaolin (1,4kg/hl)

T4 : Arbres traités biologiquement par le lâcher continu de quatre individus d'*A. decempunctata*.

To : Arbres traités uniquement par l'eau

Les traitements ont été réalisés le 6 avril à 9 du matin, le moment qui coïncide avec une population importante de l'infestation des pousses au niveau de cette parcelle. A fin d'éviter l'interférence des produits, une ligne d'arbre a été gardée entre les parcelles élémentaires. La bouillie utilisée pour chaque arbre est de l'ordre de 5 litres, ce qui a permis de saturer toutes les parties de l'arbre.

II-3-1-Evaluation des populations des pucerons d'*Aphis spireacola* et *Toxoptera aurantii* et de l'infestation des jeunes pousses

Pour chaque jeune pousse choisie aléatoirement, les variables suivantes ont été évaluées : -/
TA : effectifs de *T auranti* par pousse ; -/AS : effectif d'*A. spireacola* par pousse et -/ Tot : effectif total des pucerons par pousse.

Concernant l'infestation, chaque pousse est considérée comme infestée lorsqu'elle héberge une ou plusieurs colonies d'*A spireacola* , *T. aurantii* ou les deux en même temps.

II-3-2. Surveillance des ennemis naturels

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour suivre l'évolution des effectifs des ennemis naturels :

II-3-2-1. Au niveau des pousses

Lors des dénombrements des pucerons au niveau des échantillons prélevés, l'effectif de la faune auxiliaire rencontrée a été également enregistrée pour chaque jeunes pousse choisie au hasard. Les espèces d'ennemis naturels capturées ont été déterminées systématiquement au niveau du laboratoire. Les variables estimées sont :



- **Taux de parasitisme**: c'est l'effectif des pucerons parasités par les hyménoptères et rapporté à l'effectif total des pucerons observés par pousse.

- **C7** : le nombre d'individus de *coccinella septempunctata* observés
- **AA** : le nombre d'individus d'*Aphydoletes aphidimyza* observés
- **A10**: le nombre d'individus d'*Adalia decempunctata* observés
- **Scy** : le nombre d'individus de *Scymnus sp.* observés
- **Syr** : le nombre d'individus de syrphes adultes et larves observés

II-3-2-2. Méthode de frappe

C'est une méthode très efficace pour le recensement des arthropodes qui sont difficiles à déceler visuellement. Celle-ci consiste à frapper les rameaux des agrumes pour capturer les insectes par un piège parapluie muni à son extrémité d'un entonnoir sous forme de flacon contenant de l'alcool 70%. Pour uniformiser les échantillons, chaque rameau reçoit 10 coups successifs, et ceci une fois par semaine. 12 rameaux par arbre sont utilisés par traitement et par parcelle élémentaire. Les insectes sont référencés et ramenés au laboratoire pour une identification.

II-3-2-3. Plaques jaunes

Ce sont des pièges rectangulaires englués de couleur jaune d'une longueur de 20 cm et 6 cm de largeur, utilisés pour capturer les espèces volantes notamment les hyménoptères. Dans chaque bloc, cinq pièges suspendus au niveau d'arbre à raison d'un piège par traitement. Les plaques jaunes sont changées chaque semaine et le comptage des espèces capturées est fait au laboratoire sous la loupe binoculaire.

II-3-3- Evaluation de l'efficacité des traitements

L'efficacité des traitements est estimée par l'évaluation du taux de réduction (TR%) des variables pour un traitement donnée en utilisant la formule de Farmanullah et al, (2005) :

$$TR\% = (1 - A/B) \times 100$$

Avec A : moyenne de la variable étudiée et B : la moyenne de la variable du témoin.

III. RESULTATS



III.1. Effet des traitements sur le niveau des populations de pucerons

III.1.1. Effet des traitements sur le niveau de toutes les populations des pucerons

Nous avons remarqué qu'avant les traitements, le nombre moyen des pucerons varie entre 37 et 53 individus par pousse (figure-3). Celui-ci a régressé 5 jours après le traitement pour atteindre les valeurs de 3,4 ; 19,6 ; 20 ; 31 et 32,7 pucerons/pousse/relevé (puc/ps/r) respectivement pour T1, T4, T3, T2 et T0). La représentation graphique des résultats obtenus montre que le niveau de la population des pucerons continue de régresser pour tous les traitements, et ceci, une semaine après le traitement avec des valeurs variant entre 0 et 2 puc/ps/r respectivement pour T1 et T4. Au 21 jours après le traitement, aucun puceron n'a été observé pour tous les traitements.

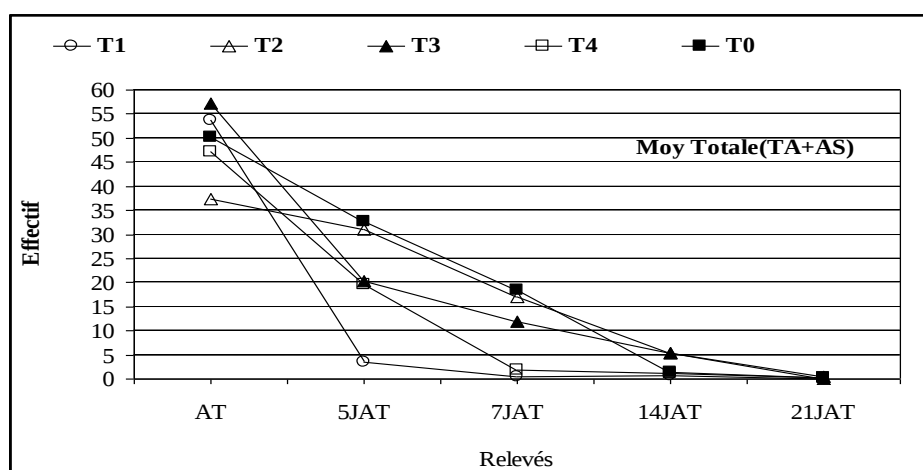


Figure 3 : Evolution de l'effectif des pucerons en vergers d'agrumes selon le traitement

III.1.2. Effet sur le niveau de la population de *T. aurantii*

Avant le traitement l'effectif de *T.aurantii* était de 9 à 17 puc/ps/r (Figure-3). Après cinq jours de traitement, cette densité a diminué pour atteindre une valeur moyenne de 1 et 3 puc/ps/r, respectivement pour T1 et T4 et 7,9 puc/ps/r, pour les traitements T2 et T3 contre une valeur de 9,9 puc/ps/r pour T0. Cette densité est nulle pour les traitements T1 et T4 7 jours après les traitements. Toutefois, l'effectif de *T.aurantii* continue à diminuer pour les traitements T0, T2 et T3 avec respectivement 5 ; 3,9 et 3,4 puc/ps/r. Ce niveau a atteint une valeur nulle pour le dernier relevé et pour tous les traitements.

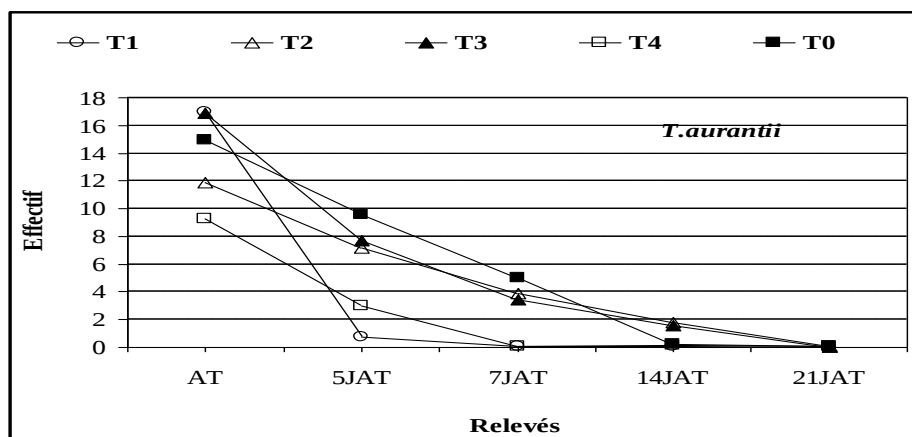


Figure 4 : Evolution du niveau de la population de *T. aurantii*
en verger d'agrumes selon les traitements

III.1.3. Effet sur le niveau de la population d'*A. spireacola*

Avant les traitements, l'effectif moyen des pucerons d'*A. spireacola* varie entre 25 et 40 puc/ps/r (Figure-5). Après 5 jours de traitement, cet effectif a chuté à 2,6 ; 12 ; 16,8 ; 23 et 23,9 puc/ps/r, respectivement pour T1, T3, T4, T0 et T2. L'effectif d'*A. spireacola* a continué de chuter une semaine après le traitement avec les valeurs respectives de 0,4 ; 1,7 ; 8,4 ; 13,2 et 13,4 pour T1, T4, T3, T2 et T0. Cette chute du niveau d'*A. spireacola* a continué pour les relevés 14 JAT pour atteindre la valeur nulle pour le dernier relevé pour tous les traitements.

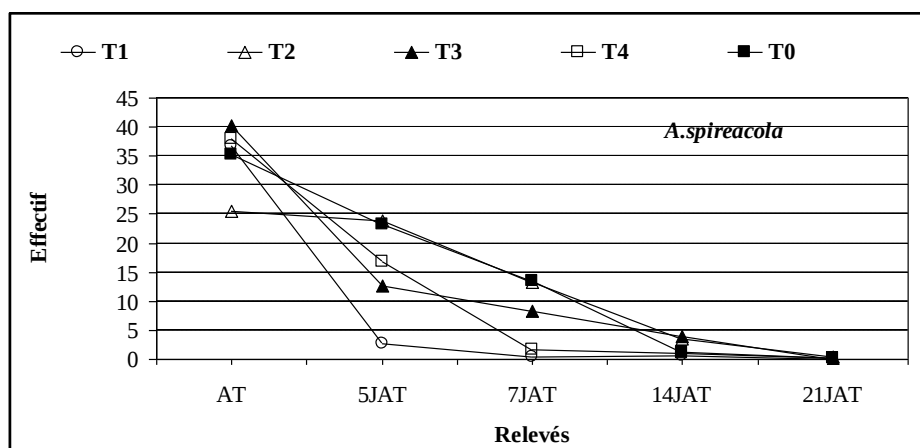


Figure 5: Evolution du niveau de la population d'*A. spireacola*
en verger d'agrumes selon les traitements



III.2. Effet des traitements sur l'infestation des pousses par les pucerons

III.2.1. Effet sur le nombre de pousses infestées par les pucerons

L'infestation des pousses par les pucerons *T.auratii* et *A.spireacola* était de 0,59 à 0,78% avant traitement (Figure-6). Ces valeurs ont régressé 5 jours après traitement avec une moyenne de 0,31 ; 0,38 ; 0,59 et 0,66%, respectivement pour les traitements T1, T3, T4 ; et T0. Le traitement T2 a par contre connu une augmentation du nombre de pousses infestées de 0,59 à 0,63%. La même figure montre également que le nombre de pousses infestées n'a pas changé pour le traitement T3 à 7JAT tandis que pour les autres traitements, l'allure de la courbe a décliné pour atteindre des valeurs qui ne dépassent pas 0,2 pour T1 et T4. L'évolution de la diminution du nombre de pousses infestées par les pucerons a montré qu'après 21JAT, le nombre de pousses infestées est presque nul.

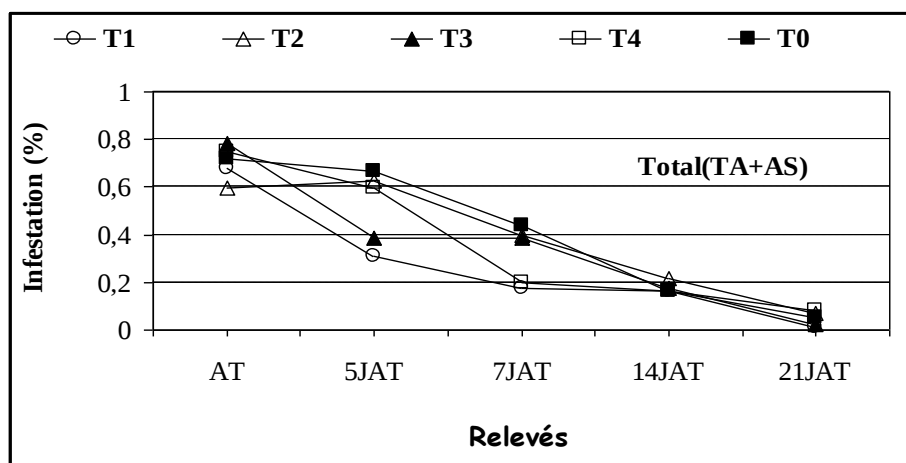


Figure 6: Evolution de l'infestation des pousses par les pucerons en verger d'agrumes selon les traitements

III.2.2. Effet des traitements sur l'infestation des pousses par *T. aurantii*

Avant les traitements, l'infestation des pousses par *T.aurantii* varie entre 0,34 et 0,58 % (Figure-7). Dès le 5 jours après le traitement, le niveau des pousses infestés par *T.aurantii* a régressé pour atteindre une valeur moyenne de 0,11% ; 0,25% et 0,42% respectivement pour T1, T3 et T4) et T0. Par contre ce niveau a connu une légère augmentation pour le traitement T2 en passant de 0,34 à 0,37%. Les résultats de la même figure montre que 7 jours après les traitements, la moyenne des pousses infestées a continué de diminuer pour tous les traitements sauf T2 qui n'a pas changé. A 14 jours après le traitement, le nombre de pousses infestées a très légèrement augmenté pour les



traitements T1 et T4 tendis que les autres traitements continués à chuter. Toutefois, la valeur moyenne du nombre de pousses infestées par *T.aurantii* est restés plus faible pour le dernière relevé 5 et s'approcher de zéro.

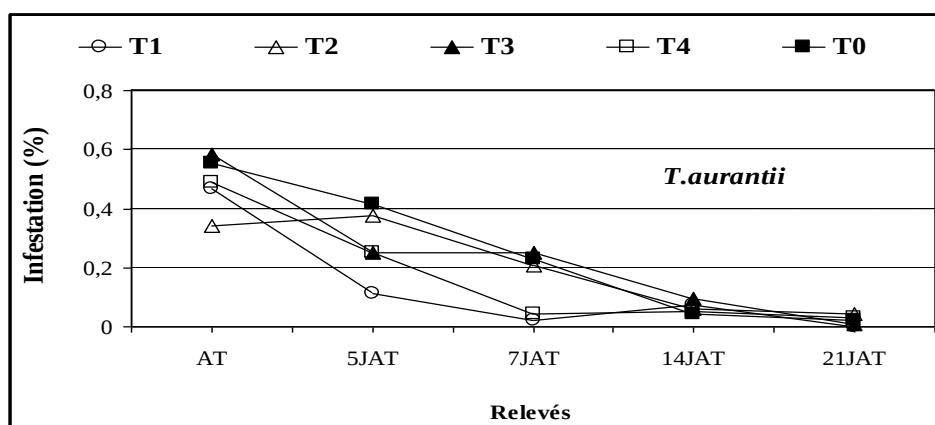


Figure 6 : Evolution du niveau d'infestation des pousses
par *T. aurantii* en verger d'agrumes

III.2.3. Effet sur le nombre de pousses infestées par *A. spireacola*

Avant les traitements, le nombre moyen des pousses infestées par *A.spireacola* était de 0,5 à 0,7 % pousses selon le traitement (Figure 8). Cinq jours après les traitements, le nombre de pousses infestés a régressé pour atteindre une valeur moyenne de 0,30% ; 0,33% ; 0,5% et 0,6% respectivement pour les traitements T1, T3, T4 et T0. Tandis que cette valeur a augmenté pour T2 passant de 0,51 à 0,56. Après 7 jours après traitement 'infestation a diminué pour tous les traitements, plus particulièrement pour T1 et T4. Une diminution importante du nombre de pousses infestées a été noté et qui converge vers une valeur 0,16% à 14 jours de traitement. Toutefois, le traitement T4 a connue une diminution plus importante avec une valeur de 0,11% pousses infestés. A 21 jours après traitement la moyenne de pousses infestées varie entre 0,01 et 0,05%.

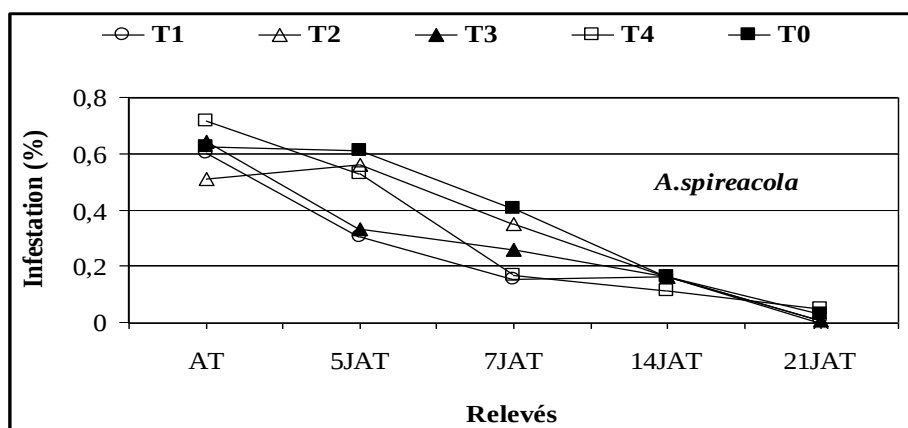


Figure-8 : Evolution de l'infestation des pousses par *A.spireacola* en verger d'agrumes selon les traitements.

III.3. Effets des traitements sur les ennemis naturels

III.3.1. Effets sur le parasitisme des pucerons

Le pourcentage des pucerons parasités a varié entre 0,03% et 3,47% avant le traitement (Figure-9). Après 5 jours de traitement, ce pourcentage a régressé pour le T1 et le T4 atteindre des valeurs de 0,26% et 0,85%. Cette régression a continué pour s'annuler à 7 jours après traitement pour les deux derniers relevés. Selon la même figure, on note une augmentation du parasitisme 5 jours après traitement pour le T2, T3 et T0 avec des valeurs respectives de 0,25% ; 0,5% ; 0,8% pucerons parasités. Toutefois, ces valeurs ont chuté, 7JAT pour atteindre des valeurs respectives de 0,26% ; 0,48% ; 0,33% pour les traitements T2, T3 et T0. Ces valeurs s'annulent pour les deux derniers relevés pour les traitements T3 et T0. Par contre le traitement T2 a continué à chuter pour atteindre une valeur de 0,15%.

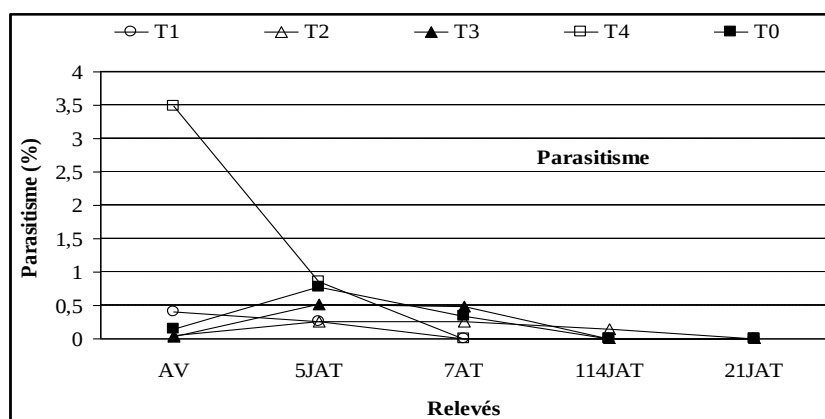




Figure 9: Evolution du taux de parasitisme des pucerons en verger d'agrumes selon les traitements

III.3.2. Effets sur l'effectif des hyménoptères capturés par les plaques jaunes

Avant les traitements, le nombre des hyménoptères capturé par les plaques jaunes varie entre 0,3 et 5,5 individus/plaque jaune/relevé (i/pj/r) (Figure-10). Après 5 jours de traitement, tous les traitements convergent vers une valeur de 0,66 i/pj/r pour les traitements T2,T3,T4 et T0 contre une valeur 0,33 i/pj/r pour T1. A 7jour après le traitement, le T1 et le T3 ont atteint une valeur nulle. Alors que T2, T0 et T4 ont augmenté avec des valeur respectives de 1,3 (T2 et T0) et 2 i/pj/r pour T4. La même figure montre également deux maxima avec 2 i/pj/r pour T0 et T2 respectivement pour 7 et 14 jours après le traitement. Toutefois, la présence des hyménoptères a été noté pour le dernier relevé pour le T4 et le T0.

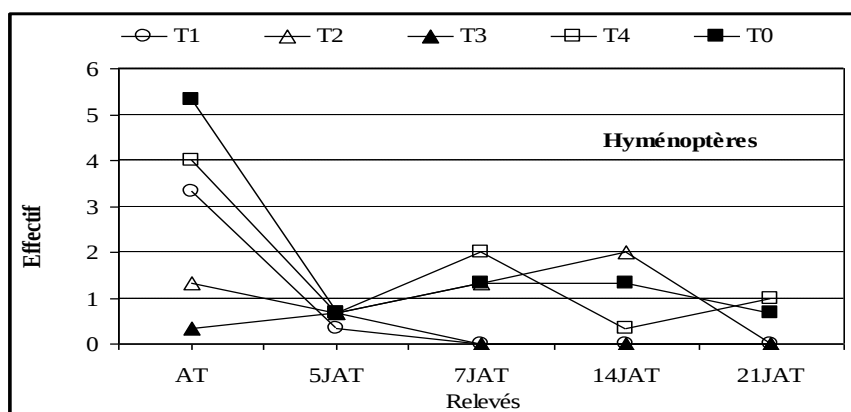


Figure 10: Evolution des hyménoptères capturés par les plaques jaunes en verger d'agrumes selon les traitements.

III. 3.3 Effet des traitements utilisés sur l'effectif des ennemis naturels observés en verger d'agrumes

III. 3.1. Effet des traitements sur le total des ennemis naturels en verger d'agrumes.



L'effectif total des ennemis naturels a varié entre 10 et 20 individus (i/t/r) avant traitement (Figure-11). Ces valeurs ont chuté, 5 jours après les traitements pour atteindre les valeurs de 2 ; 3,3 ; 4,3 ; 8 ; 8,3 individus respectivement pour T1, T3, T2, T4 et T0. Pour le traitement T1 la diminution a continué pour passer à 1,3 ; 0,6 et 0,33 individus respectivement à 7 ; 14 et 21 JAT. L'effectif des ennemis naturels a donc enregistré une régression pour tous les traitements. L'effectif des ennemis naturels reste très faible ou nulle pour le dernier relevé, mais le traitement T4 présente une valeur élevée.

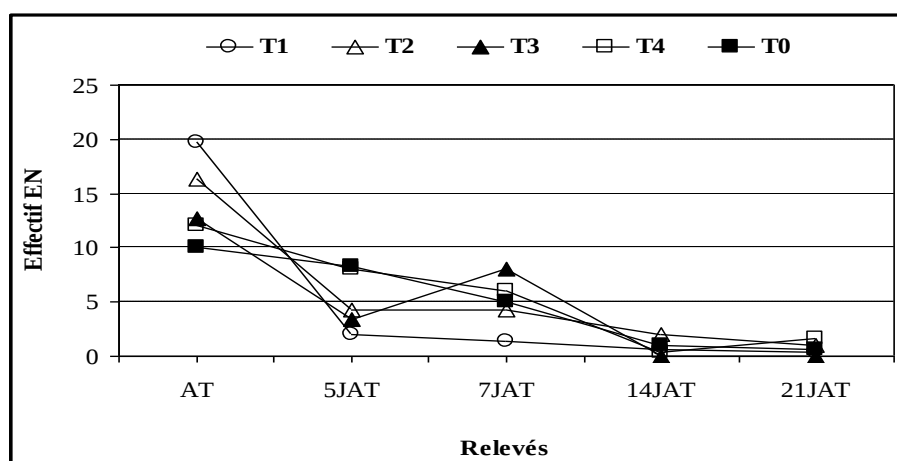


Figure11: Evolution de l'effectif des ennemis naturels observés en verger d'agrumes selon les traitements

III. 3.2. Effet des traitements sur la densité des ennemis naturels en verger d'agrumes

Les résultats ont montré que la densité des ennemis naturels a augmenté 5 jours après le traitement (Figure-12). Cette augmentation a continué pour tous les traitements. Deux maxima ont été enregistrés pour T4 et T0 avec des valeurs maximales de 10,9 ennemis naturels/pucerons/relevé (En/puc/relevé à 7JAT pour le T4 et de 12,7 pour T0 à 14 JAT. La densité des ennemis naturels est restée élevée à 21 JAT pour le traitement T4 par contre les traitements T2 et T3 et T0, cette densité a atteint une valeur nulle.

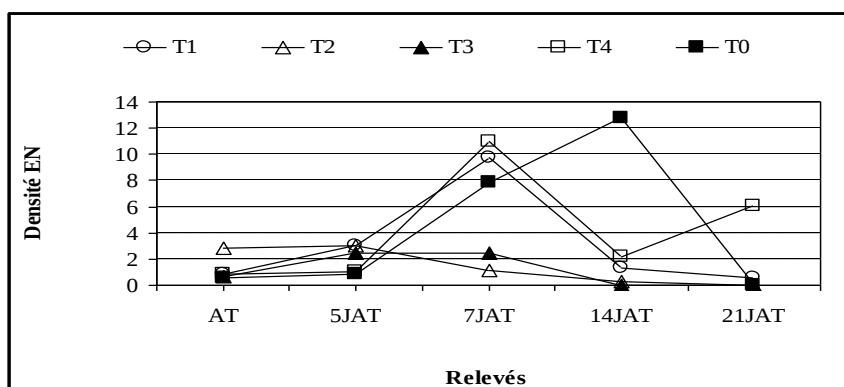


Figure 12 : Densité des ennemis naturels en fonction des relevés

III.3.3. Effet des traitements sur l'effectif total de coccinelles observées en verger d'agrumes

L'ensemble des coccinelles (*C.septempunctata*, *A.decempunctata*, *Scymnus*, *Rodolia cardinalis* et *Stetholus*) observés au niveau des pousses varie entre 6 et 12 individus. On observe une chute à 5 jours après les traitements pour atteindre les valeurs de 0, 6 ; 1,66 ; 3 et 5 respectivement pour les traitement T1 ; T2 ; T3 ; (T4 et T0). L'effectif des coccinelles n'a pas changé pour les deux premiers relevés pour le traitement T3. L'effectif moyen de l'ensemble de ces prédateurs a augmenté 7 jours après traitements et ceci pour T3 et T2 avec les valeurs de 4,3 et 3 mais reste inférieur au témoin. Trois semaines après le traitement, l'ensemble des coccinelles reste très faible.

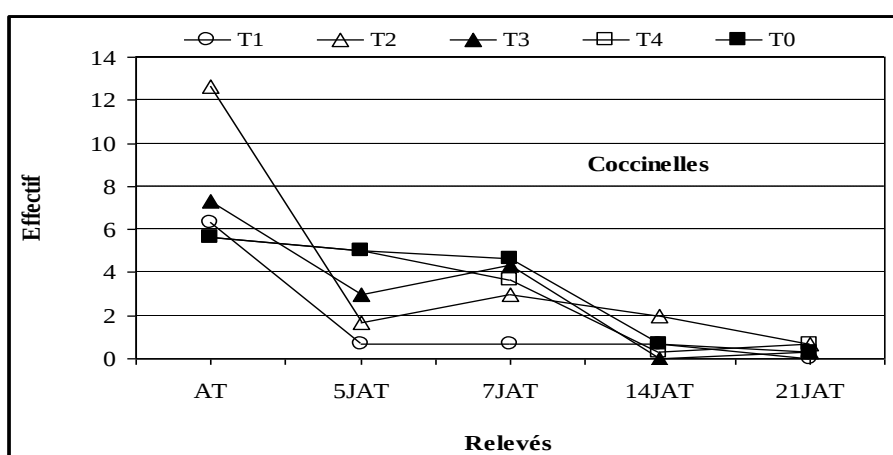


Figure 13: Evolution de coccinelles observées sur les pousses en verger



d'agrumes selon les traitements

III.3.4. Effets des traitements utilisés sur l'effectif des ennemis naturels capturés par frappe en verger d'agrumes.

III.3.4.1. Effet des traitements sur le niveau des fourmis capturées

La moyenne de fourmis capturées avant traitement varie entre 8,6 et 5,6 fourmis/frappe/relevé (f/fr/r) (Figure-14). Ces chiffres ont régressé 5 jours après traitement pour atteindre les valeurs moyennes de 0,9 ; 1,8 et 1,3 f/fr/r respectivement pour T1, T2 et T3. Ces valeurs ont augmentés 7 et 14 jours après les traitements et variant entre 2,5 et 5,3 f/fr/r. Juste après ces valeurs ont chutés pour atteindre une valeur moyenne ne dépassant pas 1 f/fr/r. Sur la même figure, on note les maxima pour T4 et T0 qui ont eu lieu 7 JAT avec 10,8 et 10,16 f/fr/r respectivement. Toutefois ces valeurs ont chutés 14 JAT pour atteindre des valeurs faibles ne dépassant pas 3,75 et 2,25 f/fr/r et juste après, ces valeurs ont augmenté.

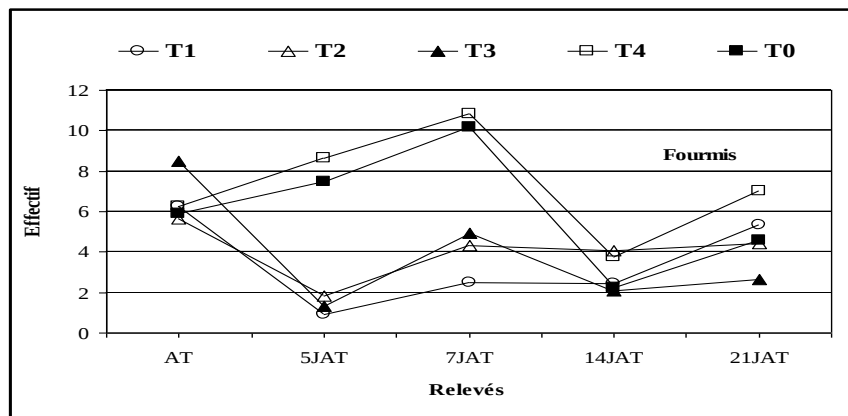


Figure 14: Evolution des fourmis capturées par frappe en verger d'agrumes selon les traitements

III. 3.4.2. Effet des traitements sur le niveau des araignées capturées

Les résultats montrent le nombre moyen des araignées capturées par frappe varie entre 1,9 et 0,75 araignées/frappe/relevé (a/fr/r) (Figure-15). On observe une régression 5 jours après le traitement T1 et T2 qui ont atteint une valeur de 0,5 et 0,83 a/fr/r respectivement pour T1 et T2. Toutefois ces valeurs ont augmenté 7 JAT pour varier entre 1,3 et 0, a/fr/r tout au long de deux derniers relevés. Les maxima des moyennes des araignées capturées pour les traitements T4 et T0



ont eu lieu cinq jours après traitement avec 2,4 et 1,8 a/fr/r respectivement, 7 jours après, ces valeurs ont diminué pour varier entre 1,6 et 0,58 a/fr/r. Pour le traitement T3, la valeur moyenne des individus capturés par frappage varie entre 1,6 et 0,25 a/fr/r.

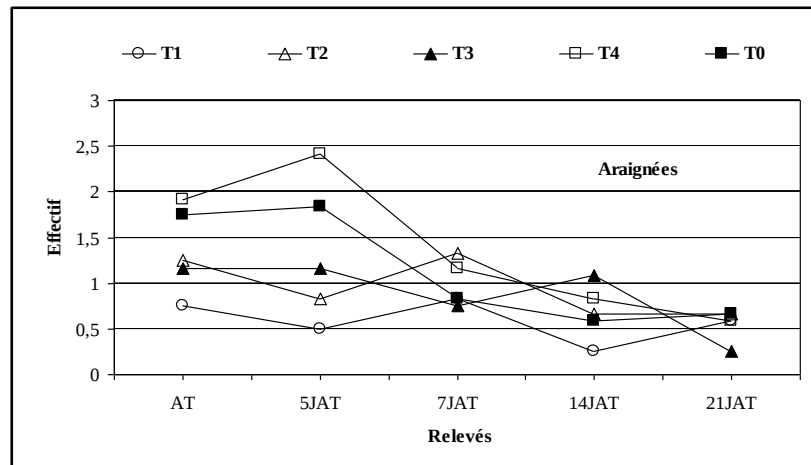


Figure 15 : Evolution des araignées capturées par frappage en verger d'agrumes selon les traitements

III. 3.4.3. Effet des traitements sur le niveau des chrysopes capturées

L'effectif des chrysopes capturées avant traitement était de 0,75 à 0,16 chrysopes/frappage/relevé (c/fr/r) (Figure-16). Les chrysopes enregistrent une régression pour les traitements T1, T2 et T3 qui ont atteint une valeur nulle 5 jours après le traitement pour T1 et une valeur de 0,16 et 0,41 c/fr/r respectivement pour T2 et T3. Toutefois, ces valeurs ont augmenté 7 jours après traitement. Le maximum pour T2 est de 0,58 et 0,33 pour T1, puis une chute pour atteindre une valeur nulle pour les deux derniers relevés. On remarque une réapparition de chrysopes à 21 JAT pour T4 et T0. La même figure montre également qu'après 5 jours de traitement, le nombre de chrysopes capturées a augmenté avec deux maxima : 1 et 0,66 c/fr/r respectivement pour T0 et T4. Ces valeurs ont chuté 7 jours après traitement et varient entre 0,25 à 0,66 le long des deux derniers relevés.

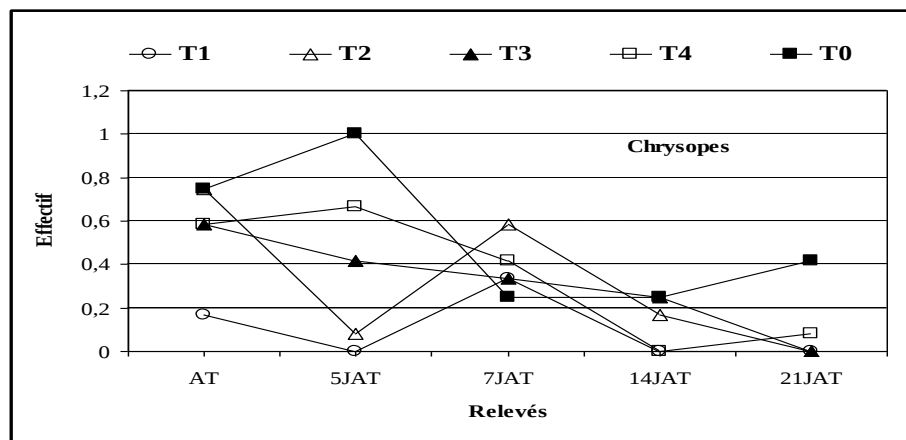


Figure 16 : Evolution des chrysopes capturés par frappe en verger d'agrumes selon les traitement

III. 3.4.4.Effet des traitements sur le niveau de *Forficula auricularia* capturés

Avant traitement, l'effectif des *F. auriculari*, était de 0,4 à 0,7 forficula auricularia/frappage/relevé (for/fr/r) (Figure-17). Pour les traitements T1,T4 et T3, la moyenne des forficula a chuté 5 jours après traitement vers une moyenne de 0,09 ;0,17 et 0,41 for/fr/r respectivement. Toutefois ces valeurs ont augmentés 7 jours après traitement vers une moyenne de 0,33 ; 0,66 et 0,58 for/fr/r. Ces valeurs diminuent 14 jours après traitement, pour atteindre une valeur nulle pour le derniers relevés pour T1 tandis que le traitement T4 atteint sa valeur maximale à 21 jours après traitement. D'autre part, la moyenne des individus ont augmentés 5 JAT pour T2 et T0 avec une moyenne de 0,5 et 0,8 for/fr/r. La moyenne des individus pour T2 varie entre 0,33 et 0,66 le long de tous les relevés. Par contre, cette valeur varie entre 0,25 et 0,83 for/fr/r pour le T0.

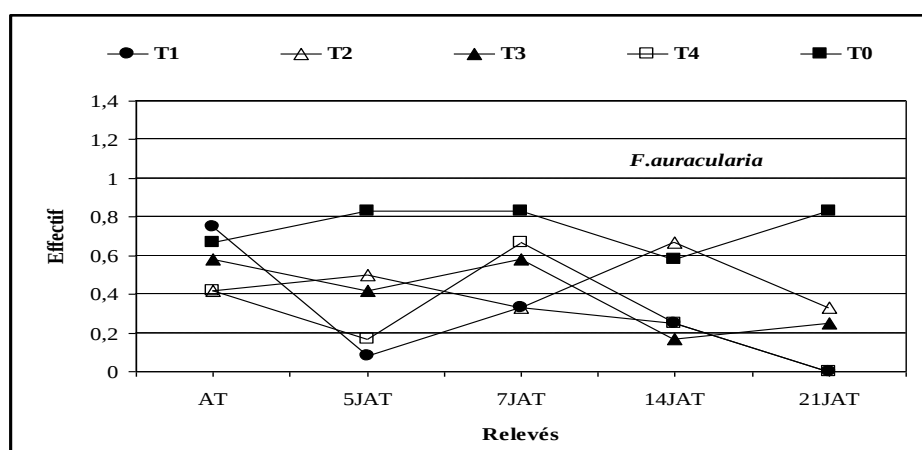


Figure 17 : : Evolution des *F.auricularia* capturés par frappe en verger



d'agrumes selon les traitements

III. 3.4.5. Effet des traitements sur le niveau des coccinelles capturées par frappe.

La moyenne des individus de coccinelles (*Coccinella septempunctata*, *Adalia decempunctata*, *Scymnus*, *Rodolia cardinalis* et *Stetholus punctillum*) a varié entre 1 et 2 individus/frappe/relevé (I/F/R) avant traitement (Figure-18). D'une part, on a remarqué une chute, 5 jours après traitement et varie entre 0,66 à 0,1 I/F/R le long de tous les relevés pour le traitement T1. D'autre part, la moyenne des individus capturés a augmenté pour les traitements T2, T4, T3 et T0 vers une valeur moyenne de 2 ; 2,6 ; 4,08 et 4,16 I/F/R respectivement. Toutefois tous ces valeurs ont chuté pour les trois derniers relevés pour atteindre une valeur nulle pour le traitement T0 à 21 JAT. La moyenne des individus reste faible pour les autres traitements mais n'atteint pas la valeur nulle.

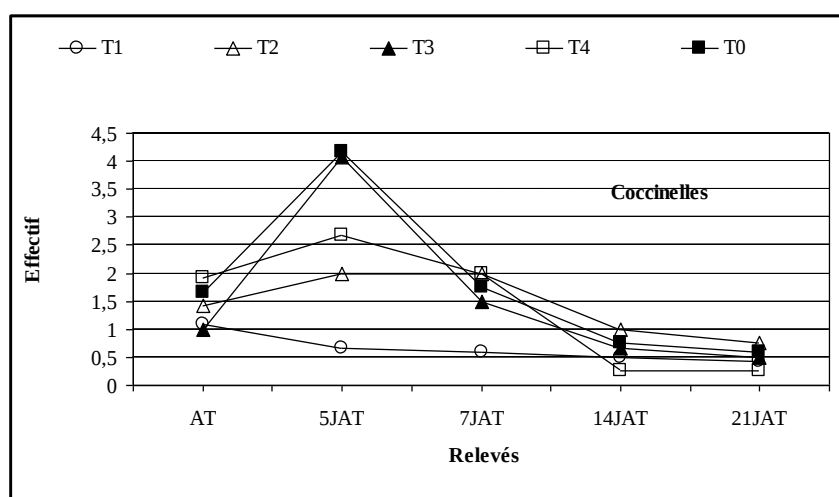


Figure 18: Evolution de coccinelles capturées par frappe en verger agrumes selon les traitements

III.4. Efficacité des traitements sur les pucerons et l'infestation des pousses par les ravageurs.

III.4.1. Effet des traitements sur le taux de réduction des populations de pucerons

Les résultats montrent qu'après 5 jours de traitement, l'imidaclopride a réduit 89% des pucerons, suivi par le lâcher des ennemis naturels avec 39% (Tableau-8). Les deux autres traitements ont aussi réduit le niveau de population des pucerons avec 37,8 et 4,9% respectivement pour le kaolin et le savon noir. Une semaine après le traitement, tous les produits ont montré leur efficacité avec les valeurs de 97,8% ; 90% ; 35,9% et 7,2% respectivement pour T1, T4, T3 et T2.



Les traitements T2 et T3 n'ont pas montré leur effet sur le niveau des populations des pucerons 14 jours après traitement. Par contre, les traitements T1 et T4 ont continués de réduire le niveau des pucerons avec respectivement des valeurs de 50% et 21,4 %

Tableau 8: Taux de réduction des traitements contre les pucerons en vergers d'agrumes

	Taux de réduction (%) des populations des pucerons			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-89,607041	-97,8506787	-50	-80,7692308
T2	-4,96499758	-7,29638009	263,571429	73,0769231
T3	-37,8366632	-35,9162896	273,571429	-88,4615385
T4	-39,7782222	-90,0452489	-21,4285714	-30,7692308

III. 4.2. Effet des traitements sur le taux de réduction de l'infestation des pousses par des pucerons

Le nombre de pousses infestées a diminué 5 jours après traitement, avec les valeurs de 53,13% ; 42,2% ; 10,94% et 6,3% respectivement pour T1 ; T3 ; T4 et T2 (Tableau-9). Ces valeurs ont augmentés une semaine après le traitement pour atteindre les valeurs de 59,5% ; 54,7% ; 11,9% et 9,5% respectivement pour T1, T4 ; T3 et T2. Les maxima ont eu lieu vers 21 jours après traitement pour T1 et T3 avec les valeurs respectives de 80% et 60%, alors que pour le T2 et le T4, les maxima ont eu lieu une semaine après le traitement avec les valeurs respectives de 9,5% et 54,7%. Deux semaines après le traitement, tous les traitements n'ont pas montrés leur efficacité

Tableau 9: Taux de réduction des produits utilisés sur le niveau d'infestation moyenne des pousses par les pucerons en vergers d'agrumes.

	Taux de réduction (%) de l'infestation			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-53,125	-59,5238095	0	-80
T2	-6,25	-9,52380952	31,25	40
T3	-42,1875	-11,9047619	6,25	-60



T4	-10,9375	-54,7619048	0	60
----	----------	-------------	---	----

III.5.Efficacité des traitements utilisés sur le niveau des ennemis naturels en verger d'agrumes.

III.5.1. Efficacité sur le taux de parasitisme

Les résultats ont montré que le pourcentage des pucerons parasités a été réduit 5 jours après traitement avec les valeurs de 96,9% ; 54,5% ; 48,48% et 42,42% respectivement pour T1, T4, T2 et T3 (Tableau10). Juste après, le taux de réduction des pucerons parasités a chuté pour atteindre la valeur de 30% pour le traitement T2. Toutefois, pour les autres traitements, ce taux de réduction a augmenté pour atteindre des valeurs de 100% pour T1 et T4 et 61,5% pour T3. Les maxima ont eu lieu 5JAT pour T2 et une semaine après le traitement pour T3.

Tableau 10: Taux de réduction des produits utilisés sur le niveau de parasitisme des pucerons en vergers d'agrumes.

	% Réduction parasitisme			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-96,9697	-100	-	-100
T2	-48,48485	-30,76923	-	0
T3	-42,42424	-61,53846	-	-100
T4	-54,54545	-100	-	-100

III.5.2.Efficacité des traitements sur l'effectif des hyménoptères capturés par les plaques jaunes.

L'efficacité des produits utilisés sur l'effectif des hyménoptères capturés par les plaques jaunes a montré une réduction de 50% cinq jour après traitement pour T1 et 100% pour les autres



relevés (Tableau-11). Le traitement T3 a réduit complètement des hyménoptères pour les 3 derniers relevés. Le traitement T2 a atteint le maximum 21JAT en réduisant les hyménoptères à 100%.

Tableau 11: Taux de réduction des produits utilisés sur le nombre moyen des hyménoptères capturés en verger d'agrumes.

	Taux de réduction (%) des hyménoptères			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-50	-100	-100	-100
T2	0	0	0	-100
T3	0	-100	-100	-100
T4	0	50	-75	50

III.5.3. Efficacité des traitements sur l'effectif total des ennemis naturels observés

III.5.3.1. Effet sur le taux de réduction la densité des ennemis naturels.

La densité des ennemis a augmenté pour le premier relevé et pour tous les traitements (Tableau-12). Une semaine après le traitement, la densité a diminué de 85,3 et 60% respectivement pour T2 et T3. Les maxima pour tous les traitements ont eu lieu 14 JAT avec les valeurs respectives de 82,6 ; 89,6 ; 98 et 100% respectivement pour T4, T1, T2 et T3.

Tableaux 12: Taux de réduction des produits utilisés sur la densité des ennemis naturels

	Taux de réduction de la densité			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	270,604649	24,0031587	-89,6495812	-
T2	269,61631	-85,3259702	-98,0009995	-
T3	207,6462	-69,0610296	-100	-
T4	31,5478946	39,1066158	-82,6086957	-

III.5. 3.2. Effet sur le taux de réduction de l'effectif des ennemis naturels.



L'effectif des ennemis naturels a diminué 5 jours après le traitement, avec les valeurs de 76 ; 60 ; 48 et 4% respectivement pour T1, T3, T2 et T4 (Tableau-13). Juste après ces valeurs ont chuté pour atteindre les valeurs de 73,3 et 13,3 respectivement pour T1 et T2. Les maxima ont eu lieu vers 14JAT pour les traitements T3 et T4 avec des valeurs respectives de 100 et 66,66%.

Tableau 13 : Taux de réduction des traitements sur des ennemis naturels en verger d'agrumes.

	Taux de réduction (%) des ennemis naturels			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-76	-73,33	-33,33	-50
T2	-48	-13,33	100	50
T3	-60	60	-100	-100
T4	-4	20	-66,67	150

III.5.3.3. Effet sur le taux de réduction de l'effectif des coccinelles

L'effectif des coccinelles a été réduit de 86,6 pour T1 ; 66,6 pour le T2 et 40% pour le T3 (Tableau-14) alors que le lâcher des ennemis naturels n'a pas d'effet sur le nombre des coccinelles observées. Les maxima ont eu lieu 21JAT avec une valeur de 100% pour le T1, T2 et T4, les maxima ont eu lieu 5 et 7JAT avec des valeurs respectives de 66,6 et 21% alors que pour le T2, elles atteignent le maximum dès le 5JAT.

Tableau 14 : Taux de réduction des traitements sur les coccinelles en verger d'agrumes

	Taux de réduction (%) des coccinelles			
	5JAT	7JAT	14JAT	21JAT
T1	-86,67	-85,71	0	-100
T2	-66,67	-35,71	200	100



T3	-40	-7,14	-100	0
T4	0	-21,43	-50	100

III.5.3.4. Efficacité sur l'effectif des différents groupes d'ennemis naturels

L'effectif total des ennemis naturels observés a été réduit dès les 5 jour après traitement pour parasitisme, l'ensemble des coccinelles et Hyménoptère avec des valeurs respectives de 96,9 ; 86,6 et 50% pour le T1 (Tableau-15). Ces valeurs ont chuté pour les traitements T2 et T3 avant d'atteindre la réduction à 100% pour le T4 et pour les AA et Syrphes (tableau 15). Le T1 et le T3 ont réduit le maximum d'ennemis naturels à 7 et 21 JAT alors que, pour le T4 une forte réduction est observée à 21 JAT. Le taux de réduction des ennemis naturels reste faible 14JAT pour tous les traitements.



Tableau 15: L'efficacité des traitements sur les différents groupes d'ennemis naturels (Parasités, Hyménoptère, Syrphes, chrysopes, AA et coccinelles) observés en verger

		Taux de reduction (%) des groupes d'ennemis naturels			
		T1	T2	T3	T4
5JAT	Parasitisme	-96,9697	-48,48485	-42,42424	-54,54545
	Hymenoptere	-50	0	0	0
	AA	0	-33,33333	-33,33333	66,666667
	Chrysope	-	-	-	-
	Syrphe	100	0	100	-100
	Tot Cocc	-86,66667	-66,66667	-40	0
7JAT	Parasitisme	-100	-30,76923	-61,53846	-100
	Hymenoptere	-100	0	-100	50
	AA	300	-100	0	200
	Chrysope	-	-	-	-
	Syrphe	-100	-100	-100	100
	Tot Cocc	-85,71429	-35,71429	-7,142857	-21,42857
14JAT	Parasitisme	-	-	-	-
	Hymenoptere	-100	0	-100	-75
	AA	-	-	-	-
	Chrysope	-	-	-	-
	Syrphe	-	200	-100	-50
	Tot Cocc	0	0	-100	-75
21JAT	Parasitisme	-100	0	-100	-100
	Hymenoptere	-100	-100	-100	50
	AA	-	-	-	-
	Chrysope	0	-100	-100	-100
	Syrphe	-100	-50	-50	-100
	Tot Cocc	-100	100	0	100



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
[**www.fst-usmba.ac.ma**](http://www.fst-usmba.ac.ma)



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - FES

✉ B.P. 2202 – ROUTE D'IMOUZZER – FES

☎ 212 5 35 60 29 53 FAX : 212 5 35 60 82 14



III.5.4. Efficacité des traitements sur les ennemis naturels capturés par frappage

Les résultats montrent une réduction importante de l'effectif des ennemis naturels capturés à 5 jours après le traitement pour le T1, T2 et le T3 tandis que le T4 n'a pas montré l'effet important sur les ennemis naturels capturés (Tableau-16). Les maxima de réduction pour le T4 ont eu lieu 21 jours après le traitement pour l'ensemble des ennemis naturels. Dans tous les relevés, le tableau montre que le traitement T1 a fortement réduit l'ensemble des ennemis naturels. Les traitements T2 et T3 n'ont pas montré l'effet important sur l'ensemble des ennemis naturels 14 JAT. Après 14 jours de traitement, on voit une augmentation du taux de réduction des ennemis naturels pour le T3 et qui a atteint 85% pour les araignées et le maximum pour ce même traitement est atteint à 21 JAT avec une valeur de 100% pour les chrysopes.

Tableau 16 : Efficacité des traitements au niveau des groupes d'ennemis naturels récoltés par le frappage en verger d'agrumes

		%Réduction des ennemis naturels			
		T1	T2	T3	T4
	Fourmis	-87,8	-75,6	-82,2	15,6
	Araignées	-72,7	-54,5	-36,4	31,8
	Chrysopes	-100,0	-91,7	-58,3	-33,3
	F.auricularia	-90,0	-40,0	-50,0	-80,0
	Tot Coccinelles	-3,5	-52,0	-2,0	-36,0
5JAT	Fourmis	- 75,4	- 57,4	- 51,6	6,6
	Araignées	0	60,0	- 10,0	40,0
	Chrysopes	33,3	133,3	33,3	66,7
	F.auricularia	- 60,0	- 60,0	-30,0	- 20,0
7JAT	Tot Coccinelles	- 1,2	14,3	- 14,3	14,3
	Fourmis	7,4	81,5	- 7,4	66,7
	Araignées	- 57,1	14,3	85,7	42,9
	Chrysopes	- 100,0	- 33,3	0	- 100,0
	F.auricularia	- 57,1	14,3	- 71,4	- 57,1
14JAT	Tot Coccinelles	- 0,3	33,3	- 11,1	- 66,7
21JAT	Fourmis	16,4	- 3,6	- 41,8	52,7



Araignées	-	12,5	0	-	62,5	-	12,5	
Chrysopes	-	100,0	-	100,0	-	100,0	-	80,0
F.auricularia	-	100,0	-	60,0	-	70,0	-	100,0
Tot Coccinelles	-	0,2	28,6	-	14,3	-	57,1	

IV- Discussion et conclusion

Ce travail a pour objectif de contribuer à la recherche des méthodes alternatifs à la lutte chimique, qui pourraient être utilisés pour contrôler les pucerons en verger d'agrumes, sans affecter leurs ennemis naturels. Tous les produits utilisés ont montré leur efficacité en réduisant significativement le niveau des populations des pucerons et de l'infestation des pousses, comparé avec le témoin. L'imidaclopride a montré des résultats importants dès le 5^{ème} jour après le traitement. Ce produit est efficace à cause de ses propriétés systémiques qui permettent sa distribution dans la plante après son application. Le fait qu'il soit systémique, il confère aux composés un certain nombre d'avantages concernant son efficacité, et permet notamment l'élimination d'insectes inaccessibles aux pulvérisations classiques. Cependant, le traitement avec ce produit réduit significativement l'effectif des ennemis naturels, c'est pour cette raison qu'il n'est pas recommandé de l'utiliser contre les pucerons. Les mêmes résultats ont été rapportés par Karagounis et ses collaborateurs (2006) dans le contrôle de *Myzus persica*.

L'utilisation du savon noir a montré que ce produit est potentiellement important pour contrôler les pucerons en verger d'agrumes, une fois appliqué. Ce produit agit sur les insectes par contact en dissolvant l'enveloppe extérieure et en entraîne leur déshydratation, ou encore, par ingestion en détruisant la structure et la membrane cellulaire du système digestif de l'insecte.

D'un autre côté, l'efficacité du kaolin, comme produit alternatif, réside dans son mode d'action. En effet, une fois pulvérisé sur les feuilles, il forme une couche protectrice, reconnue comme répulsif pour plusieurs ravageurs (Karagounis et al., 2006). Ce produit est un anti-appétant et répulsif (Puterka et al. 2000; Wyss et Daniel 2004; Glenn et Puterka 2005). Les résultats obtenus ont montré que le niveau des populations et de l'infestation des pousses a augmenté deux semaines après le traitement. Les travaux de Karagounis et ses collaborateurs (2006) ont montré qu'un seul traitement avec le kaolin et le savon n'est pas suffisant pour contrôler les pucerons. Il est important de signaler que ces deux produits alternatifs n'ont pas montré d'effet néfaste sur les ennemis



naturels, comparé avec le témoin, tandis que l'imidaclopride, il réduit significativement la population des ennemis naturels. Les mêmes résultats ont été rapporté par plusieurs auteurs (Sackett, 2005, Karagounis et *al.*, 2006).

Le lâcher des larves et des adultes *d'adalia decempunctata* sur des pousses infestés par les pucerons a montré son efficacité contre les pucerons. L'utilisation des ennemis naturels indigènes, par des lâchers en grande quantité serait importante contre les pucerons dans le cadre de la lutte biologique conservative.

Il ressort de cette étude préliminaire que les deux produits alternatifs, kaolin et le savon noir pourraient être parmi les moyens de lutte potentiellement efficace contre les pucerons sur agrumes dans la région du Gharb à cause de leur faible taux de réduction de la faune auxiliaire, donc on peut les utiliser dans les programmes de stratégie de lutte intégrée, par contre, il faut éviter les traitements avec l'Imidaclopride qui décline (détruit) la population des ennemis naturels. Toutefois, il parait clairement que le lâcher des ennemis naturels reste une meilleure solution pour lutter contre les pucerons associés aux agrumes.



B - EVALUATION DE L'INTERACTION SUR LA VORACITE ET LE COMPORTEMENT DES APHIDIPHAGES ASSOCIES AUX AGRUMES DANS LA REGION DU GHARB.

I - INTRODUCTION

Le verger agrumicole marocain est attaqué par plusieurs espèces de pucerons et seules trois espèces en l'occurrence *A. spireacola*, *A. gossypii* et *T. aurantii* sont les plus importantes (Vittorio et Delucchi, 1964, Benziane et al 2001, Smaili, 2001). Malgré leur vitesse de reproduction et leur capacité de dispersion, les pucerons sont limités par plusieurs facteurs notamment la température, l'état des pousses, l'irrégularité des précipitations et plus particulièrement les ennemis naturels (Michaud, 2004; Smaili et al. ,2008). Parmi ces derniers, les prédateurs aphidiphages constituent un facteur réel de réduction des colonies des pucerons (Ferran et Larroque, 1984; Hemptinne et *al.*, 1993 ; Aslan et Karaca, 2005). Toutefois, la rencontre (interaction) de deux espèces aphidiphages partageant la même guildes au sein d'une colonie, peut constituer une contrainte pour la prédation d'un des deux prédateurs, c'est le cas de la prédation intraguildes ou IGP (Lucas et Alomar, 2000 ; Satoru et Dixon, 2004 ; Sentis, 2008). Selon les mêmes auteurs, en effet, lors de cette compétition, le prédateur peut être actif ou furtif.

Au Maroc et plus particulièrement, dans la région du Gharb, il se trouve que l'impact de ce phénomène d'intraguildes concernant ces espèces aphidiphages, n'est pas encore connu au niveau



des vergers d'agrumes. L'objectif de ce travail, qui s'inscrit dans ce cadre, est de contribuer à l'évaluation de cette interaction sur la voracité et le comportement de certaines espèces aphidiphages associés aux agrumes.

II- MATERIELS ET METHODES

Ce travail a été effectué au laboratoire dans des conditions contrôlées (Température: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$; HR :70%) sur les individus des prédateurs des coccinelles femelles; *C. septempunctata* (adultes), *A. decempunctata* (adultes et larves) et de la cécidomyie *A. aphidimyza*. Les coccinelles ont été au début capturées en verger d'agrumes puis maintenues en élevage sur *A. spireacola*, *T. aurantii* au laboratoire à une température avoisinant $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative 70%. Les expérimentations ont été effectuées dans des boîtes de pétrie de diamètre 9 cm. Pour produire les conditions similaires relatives à l'infestation de pousses au niveau des vergers d'agrumes, dans chaque boîte de pétrie, une jeune pousse d'agrumes infestée par *A. spireacola* a été placée. Les populations des pucerons ont été maintenues en élevage au niveau du laboratoire.

II-1-Densité de pucerons étudiés

Dans ce travail deux types de densités de pucerons ont été choisies, une première densité faible ($d_1=10$ pucerons/boîte) et une autre élevée ($d_2= 80$ pucerons/boîte). Celles-ci reflètent respectivement l'état d'infestation faible et élevé en verger d'agrumes. Avant chaque introduction, des pousses infestées dans des boîtes, les jeunes feuilles sont nettoyées pour ne laisser que le nombre exact d'individus de pucerons désirés, et éventuellement éliminer la présence d'autres prédateurs non désirés.

II-2-Combinaisons et description des traitements utilisés

Trois types de combinaisons ont été choisies: 1/ combinaison [*C. septempunctata* (adulte)-*A. decempunctata* (adulte)]; 2/ combinaison [*C. septempunctata* (adulte) et *A. decempunctata* (larve)] et 3/combinaison [*C. septempunctata* (adulte)-*A. aphydimiza* (larve)].

Pour chaque combinaison les traitements étudiés sont :

1^{ère} combinaison : *C. septempunctata* (adulte) et *A. decempunctata* (adulte)



T1 : *C. septempunctata* en présence d'*Adalia decempunctata* et en présence des pucerons.

T2 : *C. septempunctata* en présence des pucerons.

T3 : *A. decempunctata* en présence des pucerons.

T4 : *A.*

decempunctata en présence de *C. septempunctata* et en présence des pucerons

2^{ème} combinaison : *C. septempunctata* (adulte) et *A. decempunctata* (larve)

T1 : *C. septempunctata* en présence d'*Adalia decempunctata* et en présence des pucerons.

T2 : *C. septempunctata* en présence des pucerons.

T3 : *A. decempunctata* en présence des pucerons.

T4 : *A.*

decempunctata en présence de *C. septempunctata* et en présence des pucerons

3^{ème} combinaison : *C. septempunctata* (adulte) et *A. aphidimyza* (larve)

T1 : *C. septempunctata* en présence d'*A. aphidimyza* et en présence des pucerons.

T2 : *C. septempunctata* en présence des pucerons.

T3 : *A. aphidimyza* en présence des pucerons.

T4 : *A.*

aphidimyza en présence de *C. septempunctata* et en présence des pucerons

Avant chaque introduction, il est important de noter que les prédateurs ont été mis à jeun pendant 24h pour activer leur comportement de recherche de proies.

II-3- Evaluation des variables étudiées

II-3-1. Estimation de la répartition du temps

L'observation visuelle des interactions entre les différentes espèces prédatrices sur une durée de deux heures, soit 7200 secondes, nous a permis d'estimer plusieurs variables :

-**Le pourcentage du temps de prédation (%prédation)** : c'est le pourcentage de temps dépensé par le prédateur durant les deux heures.

-**Le pourcentage de déplacement (%marche)** : c'est le pourcentage de temps de marche dépensé par le prédateur durant les deux heures.



Le pourcentage de repos (% repos): c'est le pourcentage de temps de repos dépensé par le prédateur durant les deux heures.

Pourcentage de nettoyage (% nettoyage): c'est le pourcentage de temps de nettoyage dépensé par le prédateur durant les deux heures.

II-3-2. Estimation de la prédation

Le taux de prédation (%) a été estimé selon la formule suivante : le nombre de pucerons consommés pendant 2h par rapport au nombre de pucerons fournis initialement.

II-3-3. Estimation de la voracité

La voracité est l'un des facteurs primordiaux pour l'évaluation d'un auxiliaire de lutte biologique (Olszack, 1988 ; Lucas, 1993). La voracité (V_o) a été estimée par la formule suivante : $V_o = (A - a_2) / ra_2$, où V_o est le nombre de pucerons prédatés, A : nombre de pucerons fournis, a_2 : le nombre de pucerons vivants après 2h et ra_2 : représente la survie des pucerons après 2h dans l'absence de prédateurs (Soares et al, 2003).

II-3-4. Comportement observé

Pendant la période des expériences, nous avons mis un ensemble d'individus de même et/ou de différentes espèces dans des cylindres en plastique (9 cm de diamètre et 11 cm de hauteur) pour observer les différents comportements intraspécifiques et interspécifiques tel que l'IGP, le cannibalisme et la compétition. Avant chaque introduction, les prédateurs sont mis à jeun pendant 24h, pour motiver leur comportement de recherche de proies.

III. RESULTATS

III.1. Répartition des temps selon les traitements et la densité larvaire des pucerons

Les résultats des expériences réalisées au laboratoire sur les individus de *C. septempunctata*, *A. decempunctata* et *A. aphydimyza* ont montré que tous les traitements présentent un temps de marche et de repos très importants par rapport au temps de prédation et de nettoyage (Figures-19,20 et 21). Cette dernière est absente pour les espèces en états larvaires telles que *A. decempunctata* et *A. aphydimyza*.



Pour la combinaison *C. septempunctata* et *A. decempunctata* adulte, le temps de prédation de C7 est de 7,1 et 17%, respectivement pour T1 et T2 à faible densité (Figure-19). Tandis qu'à forte densité, le temps de prédation pour C7 est de 14,45 et 21,11% respectivement pour T1 et T2. Pour A10 le temps de prédation est de 17,2 et 30% à faible densité alors qu'à forte densité, le temps de prédation de A10 est de 18,6 et 23,6% respectivement pour T3 et T4.

Le temps de marche de C7 à faible densité est de 40 et 37% respectivement pour T1 et T2. Tandis qu'à forte densité, le temps de marche pour C7 est de 18 et 27% respectivement pour T1 et T2. Cette variable devient 22 et 16% pour A10 respectivement pour T3 et T4 à faible densité, alors qu'à forte densité il n'y a pas de différence entre les deux traitements (19%).

Le temps de repos pour C7 à faible densité est de 42 et 35% respectivement pour T1 et T2 et devient 60 et 45% à forte densité. Pour A10, le temps de repos est 53 et 45% à faible densité et devient 57 et 53% à forte densité respectivement pour T3 et T4. Il n'y a pas de différence entre T1 et T2 pour le temps de nettoyage à faible densité (10%), alors qu'à forte densité, cette variable est de 7 et 5% respectivement pour T1 et T2. Pour les traitements T3 et T4, il n'y a pas de différence à faible forte densité (4%) alors qu'à forte densité, le temps de nettoyage est de 7 et 6 respectivement pour T3 et T4.

Les résultats de la combinaison *C. septempunctata* et larve d'*A. decempunctata*, montre que le temps de prédation de C7 varie entre 13,75 et 13,68% respectivement pour T1 et T2 à faible densité, en revanche la différence à forte densité est significative entre les deux traitements avec des valeurs respectives de 8,09 et 16,5% (figure-20). Le temps de prédation à faible densité pour A10 est de 12,47 et 14,37% respectivement pour T3 et T4. A forte densité, le temps de prédation de A10 est de 11,1 et 5,36% respectivement pour T3 et T4.

Il n'y a pas de différence entre de temps de marche pour C7 à faible densité pour T1 et T2 (26%). A forte densité, le temps de marche est de 20 et 27% respectivement pour T1 et T2. Pour A10, il n'y a pas de différence entre T3 et T4 à faible densité (52%). Alors qu'à forte densité, le temps de marche est de 50 et 44% respectivement pour T3 et T4.

Le temps de repos est de 54 et 52% pour C7 à faible densité et de 58 et 56% à forte densité respectivement pour T1 et T2. Pour les traitement T3 et T4, le temps de repos est de 35 et 33% à faible densité et devient 38 et 49 à forte densité.



Le temps de nettoyage est de 6 et 7 pour C7 à faible densité respectivement pour T1 et T2, alors qu'il n'y a pas de différence entre ces traitements à forte densité (6). Cette variable est absente pour les larves de A10.

La valeur moyenne de temps de prédation de C7 pour la combinaison *C. septempunctata* et larve d'*A. aphydimyza*, à faible densité est de 12,66 et 19,9% respectivement pour T1 et T2 (Figure-21). En revanche, il n'y a pas de différence significative de temps de prédation de C7 à forte densité, et il est de 20,76 et 19,7% respectivement pour T1 et T2. Alors que le temps de prédation de AA est de 6,38 et 0,78 à faible densité respectivement pour T3 et T4, il devient 13,9 et 18,8 respectivement pour T3 et T4 à forte densité.

Le temps de marche de C7 est de 47 et 30% pour T1 et T2 à faible densité, alors qu'il est de 19 et 34% à forte densité. Le temps de marche d'*Adalia* est de 55 et 51 à faible densité pour T3 et T4, tandis qu'à forte densité, ce temps devient 43 et 47% respectivement pour T3 et T4.

Le temps de repos de C7 est de 34 et 41% respectivement pour T1 et T2. A forte densité, le temps de repos de C7 est de 53 et 38% respectivement pour T1 et T2. Pour AA, le temps de repos est de 38 et 47% à faible densité et de 42 et 33% à forte densité respectivement pour T3 et T4.

Le temps de nettoyage est de 6 et 8% pour C7 à faible densité pour les traitements T1 et T3, alors qu'il n'y a pas de différence entre les traitements à forte densité (6%). La même variable est absente pour les larves d'*Aphidoletes*.

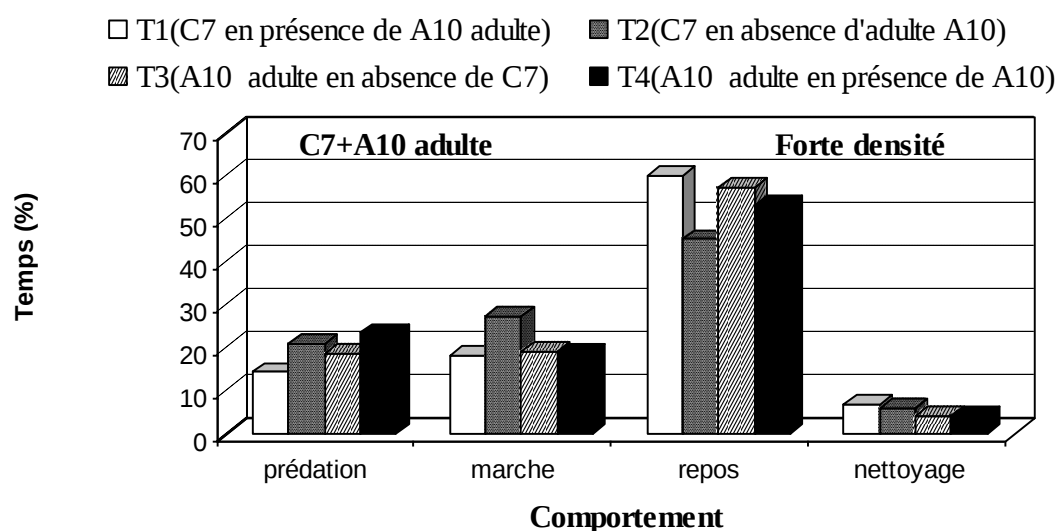
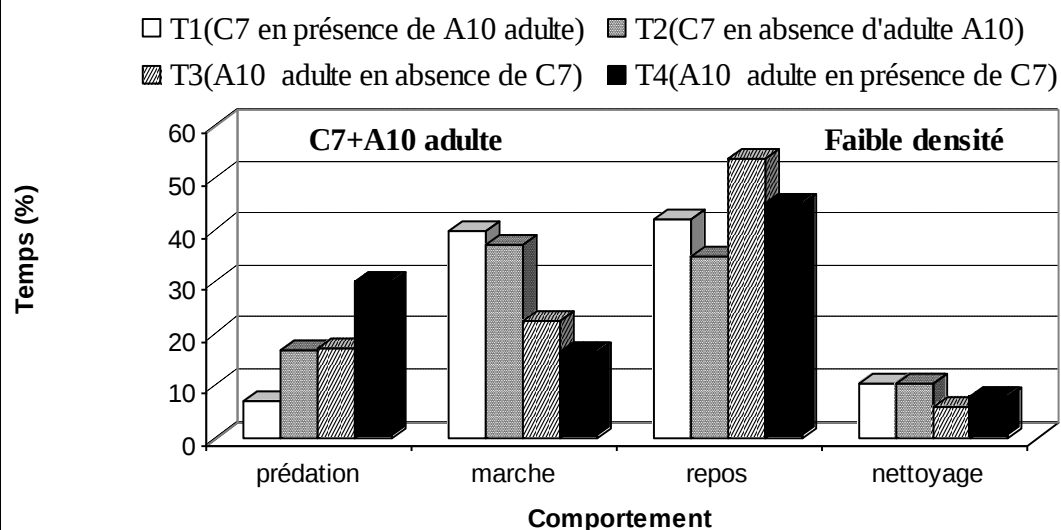


Figure 19 : Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons

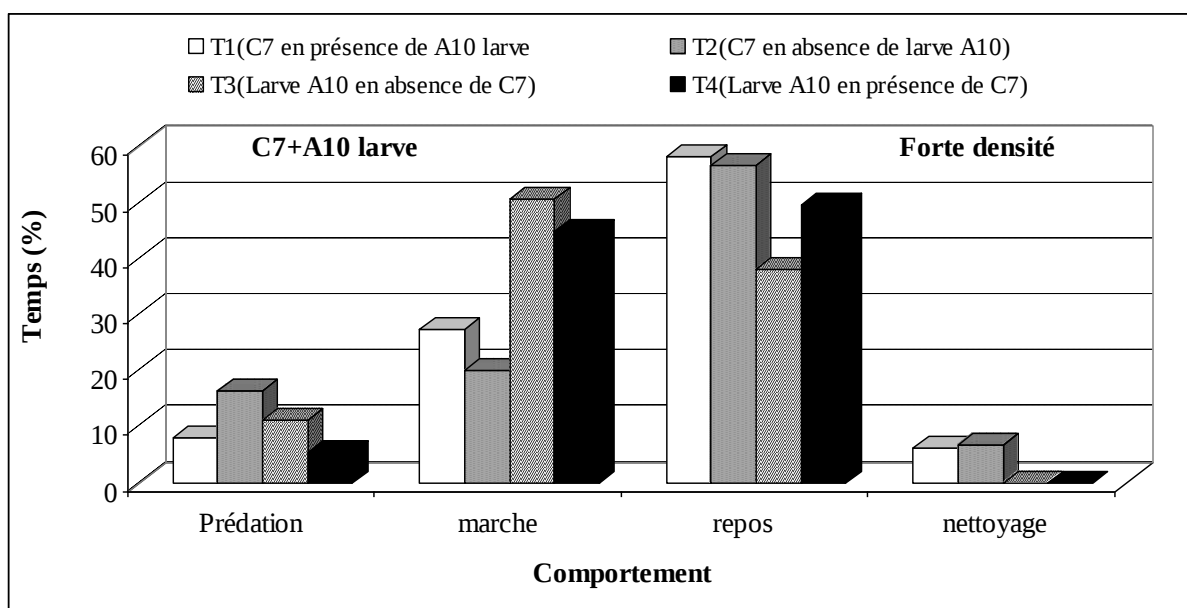
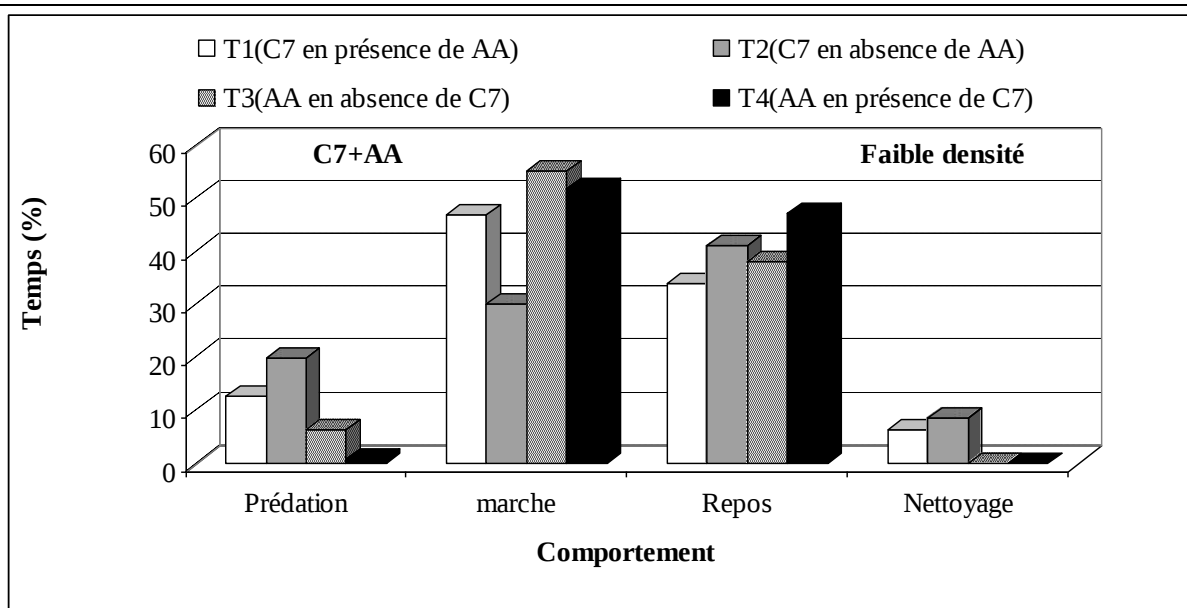


Figure 20 : Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons

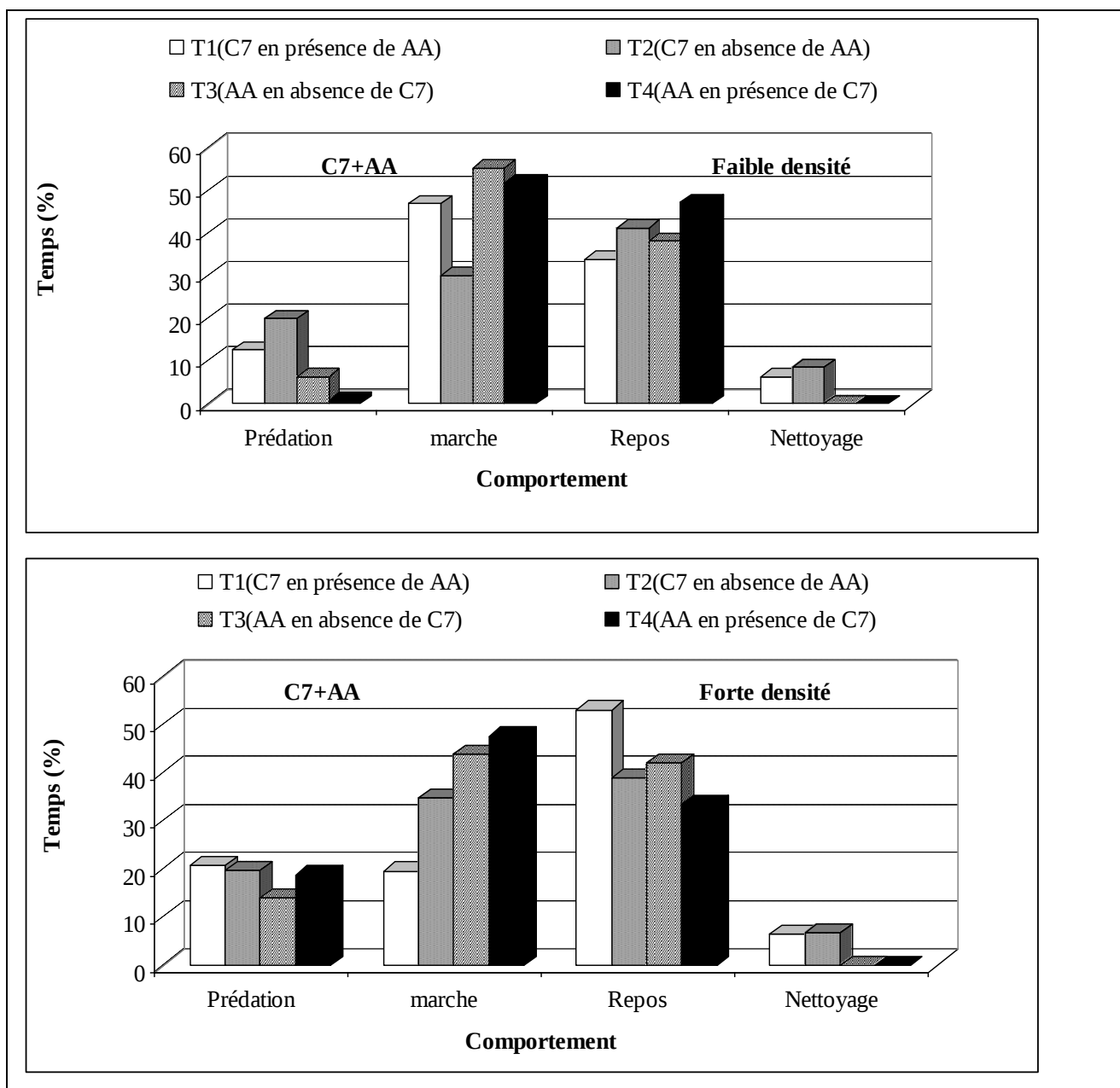


Figure 21 : Répartition des temps selon les traitements à faible et à forte densité des pucerons



III.2. Evaluation de la prédation selon les traitements et la densité larvaire des pucerons

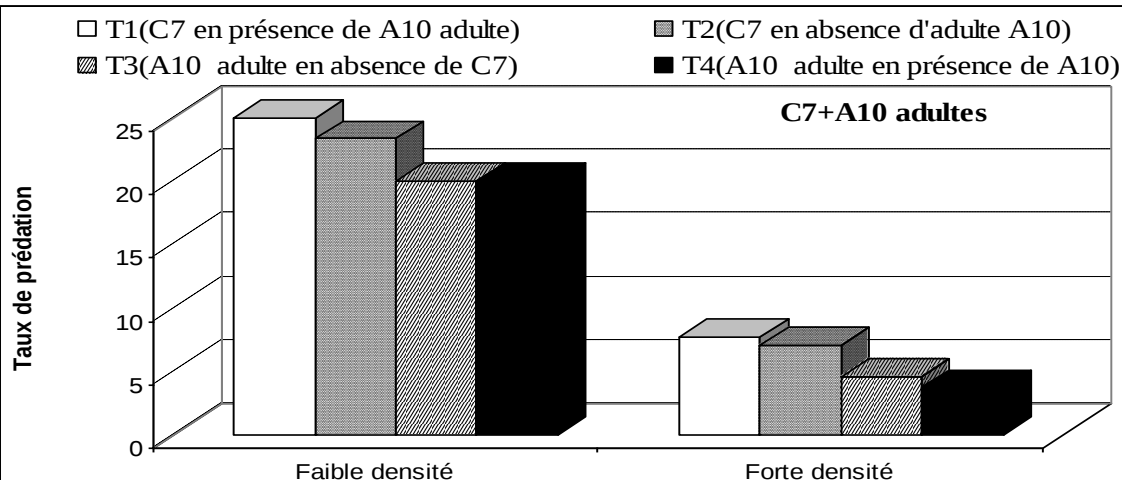
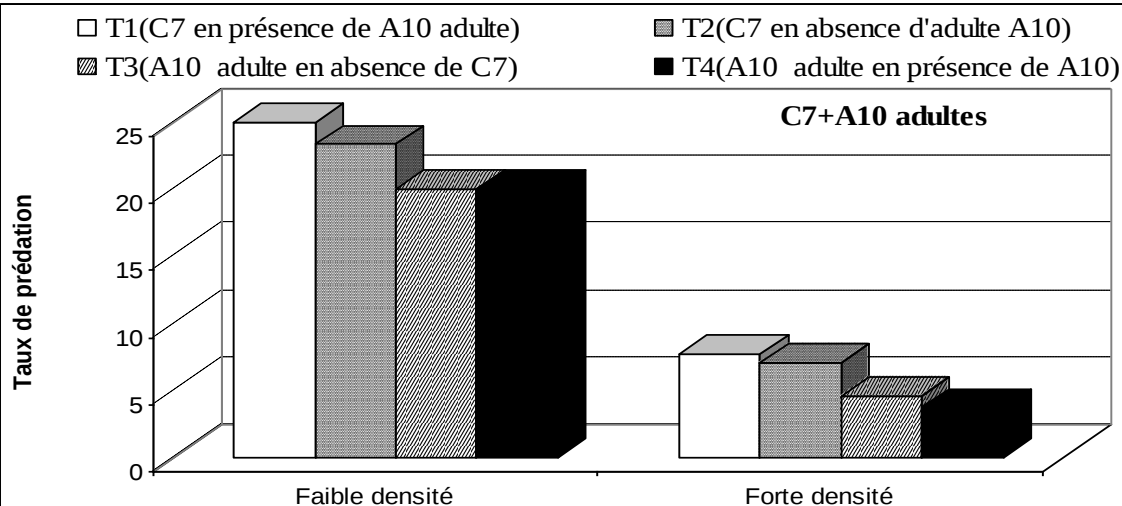
III.2.1. Le taux de prédation

Les résultats d'expérience ont montré l'existence d'une différence significative du taux de prédation entre les quatre traitements à faible et à forte densité.

Le taux de prédation est très élevé à faible densité pour la combinaison *C. septempunctata* et *A. decempunctata* adultes (Figure-22). Pour C7, le taux de prédation est 25 et 23,33% à faible densité respectivement pour T1 et T2, alors que cette variable ne dépasse pas 7,08 pour T1 et T2 à forte densité. Pour A10, le taux de prédation à faible densité est de 20 respectivement pour T3 et T4 tandis qu'à forte densité, le taux de prédation pour A10 est de 4,58 et 3,75 respectivement pour T3 et T4.

La moyenne du taux de prédation pour la combinaison *C. septempunctata* adulte et larve d'*A. decempunctata*, montre que le taux de prédation de C7 à faible densité est de 45 et 68,33 respectivement pour T1 et T2, alors qu'à forte densité ce variable est de 7,083 et 8,33 pour T1 et T23. Chez A10, le taux de prédation à faible densité est de 20 et 18,33 respectivement pour T3 et T4. Ce taux est de 3,54 pour T3 et 1,6 pour T4 à forte densité (Figure 22).

Les résultats de la combinaison *C. septempunctata* et larve d'*A. aphidimiza* montrent que le taux de prédation de C7 est de 33,3 et 56,7 à faible densité respectivement pour T1 et T2. La moyenne du taux de prédation de C7 à forte densité est de 8 et 9 respectivement pour T1 et T2. Pour les larves de AA, ce variable est de 3,33 et 6,66 à faible densité pour T3 et T4 et de 1 et 1,75 respectivement pour T3 et T4 à forte densité (Figure-22).



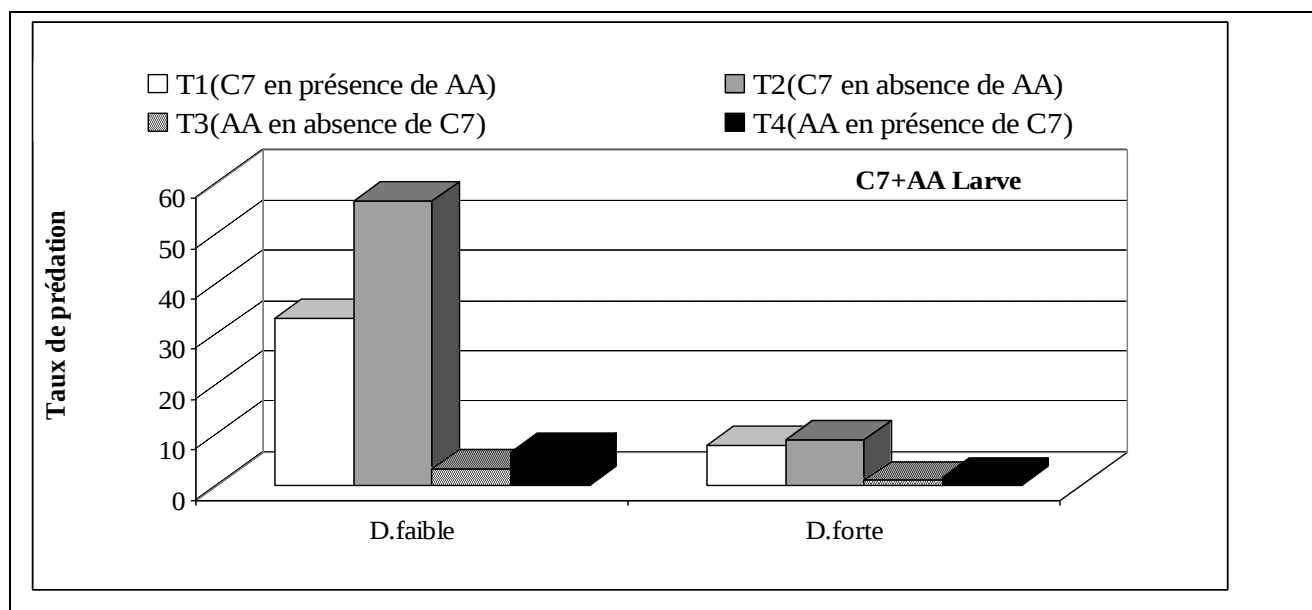


Figure 22: Représentation graphique du taux de prédation des aphidiphages à faible et à forte densité.

III.2.3. Répartition temporelle de la prédation par intervalle

Vu la représentation graphique des résultats (figures-23, 24 et 25), le nombre des pucerons consommés est très important pour les 45 premières minutes pour toutes les combinaisons et tous les traitements.

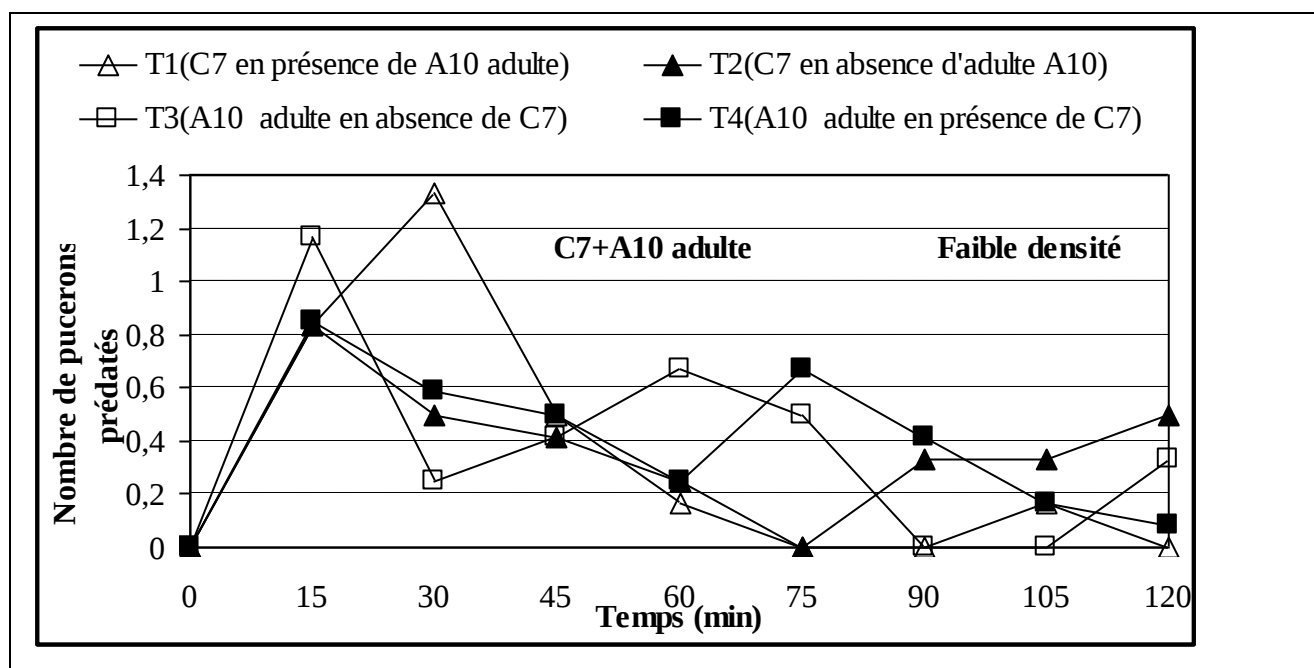
Le nombre moyen de pucerons prédatés par A10 adulte est de 1,3 pour T3 et 0,85 pour T4 à faible densité, tandis qu'il n'y a pas de différence entre les traitements T1 et T2 à faible densité pour les quinze premières minutes. Le nombre de pucerons prédatés a augmenté pour atteindre 1,3 pour C7 en absence de A10 adulte à faible densité. Après cette valeur, on remarque une diminution du nombre de pucerons prédatés et varie entre 0 et 0,5 pucerons/15min.

A forte densité, le nombre de pucerons prédatés par C7 atteint une valeur commune de 2,8 pucerons respectivement pour T1 et T2. Pour A10 à forte densité, le nombre de pucerons consommé varie entre 0,16 et 0,8 pucerons/15 min. On remarque que le nombre moyen des individus consommés est très important pendant les 45 premières minutes à faible et à forte densité pour C7 et A10 adulte (figures 23).



Les résultats de la combinaison *C.septempunctata* et *Adalia decempunctata*, montrent que le nombre maximal des pucerons consommés par C7 est 3,5 pucerons en absence d' *Adalia* pour les 15 premières minutes. Après, ce nombre diminue pour varier autour de 1,9 et 0,08 pucerons/15 minutes à faible densité. Le maximum de pucerons consommés par C7 en présence d'adalia est de 1,6 pucerons dans les quinze premières minutes, puis une diminution pour atteindre une valeur de 1,5 pucerons à 30 minutes d'expériences. Pour A10, le nombre de pucerons prédatés ne dépasse pas 0,5 pucerons/15 minutes le long de toute la durée d'expérimentation (Figure 24).

La moyenne des pucerons consommés par C7 pour la combinaison *C. septempunctata* et *Aphydolete aphydimiza* atteint 3 pucerons pour les 15 premières minutes en absence des larves de AA. Juste après, cette valeur diminue pour varier entre 0 et 2, à faible et à forte densité. Pour les larves d'AA, la moyenne des individus consommés ne dépasse pas 0,7 à faible et à forte densité (Figure 25).



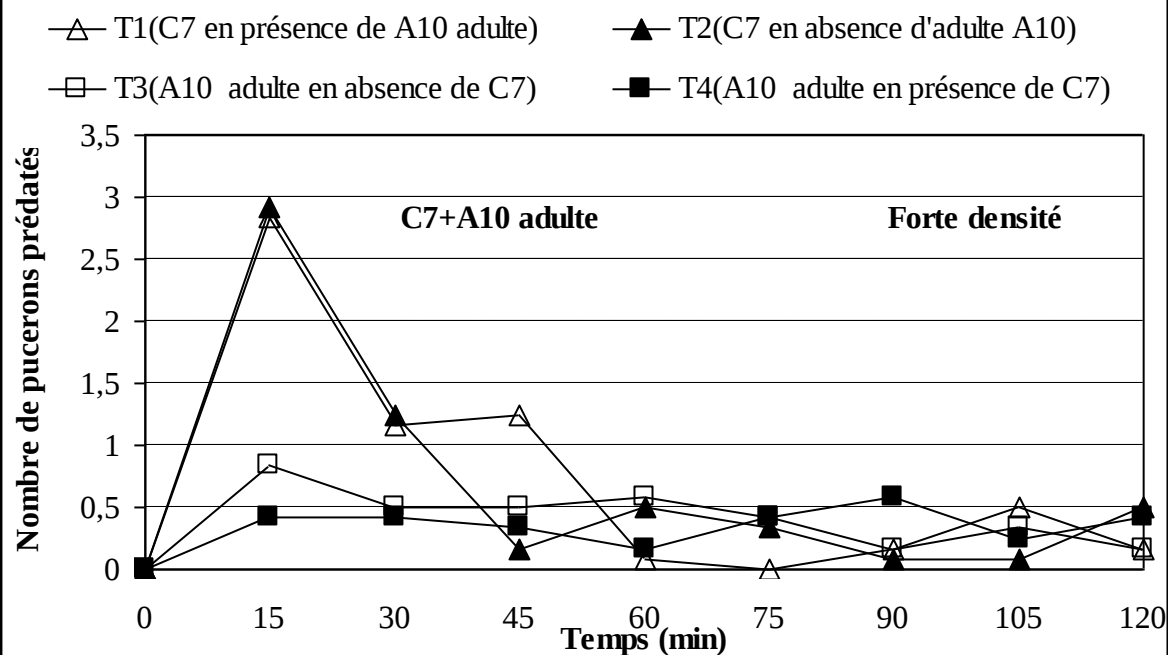
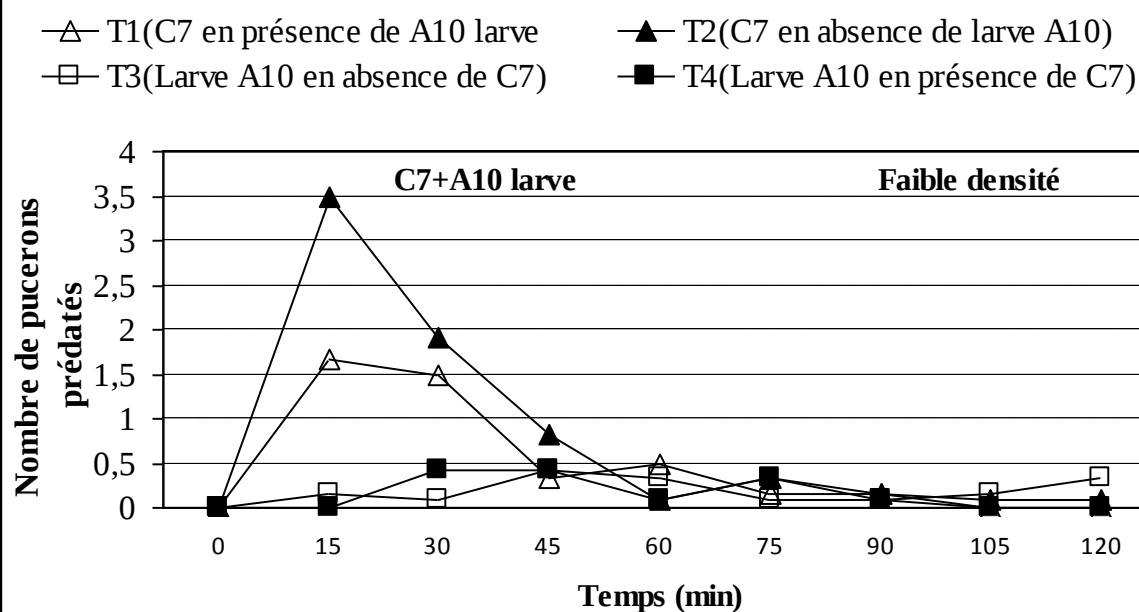


Figure-23: Répartition temporelle de la prédation de C7 ou un adulte d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.



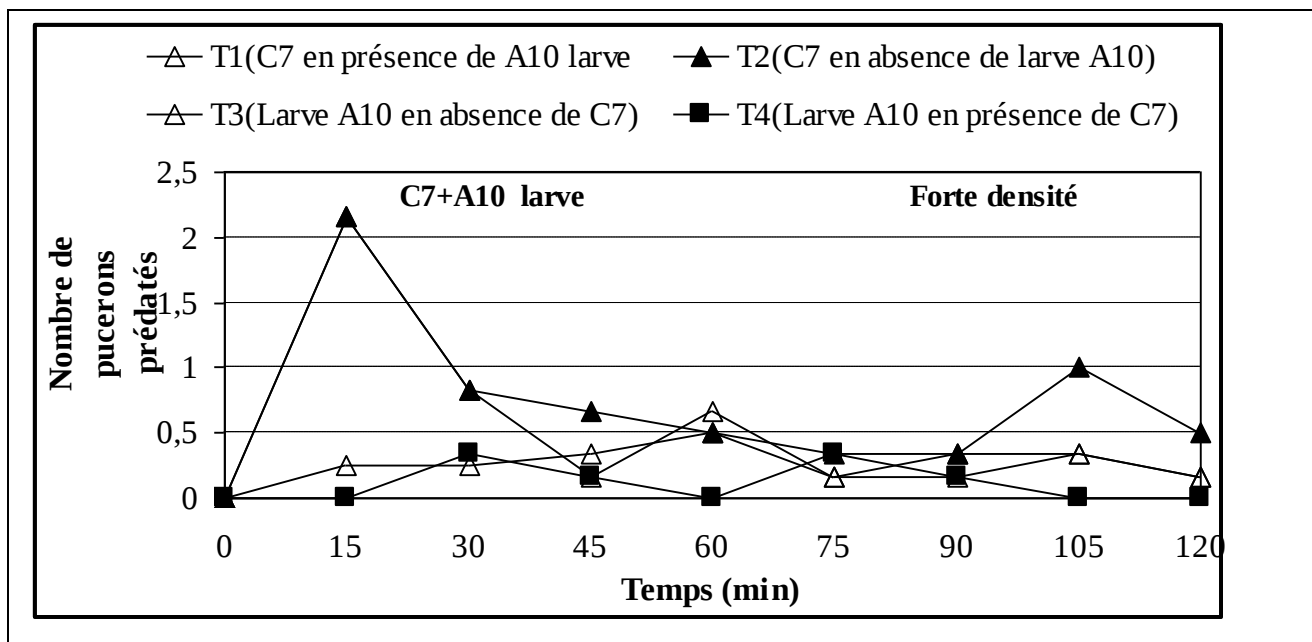
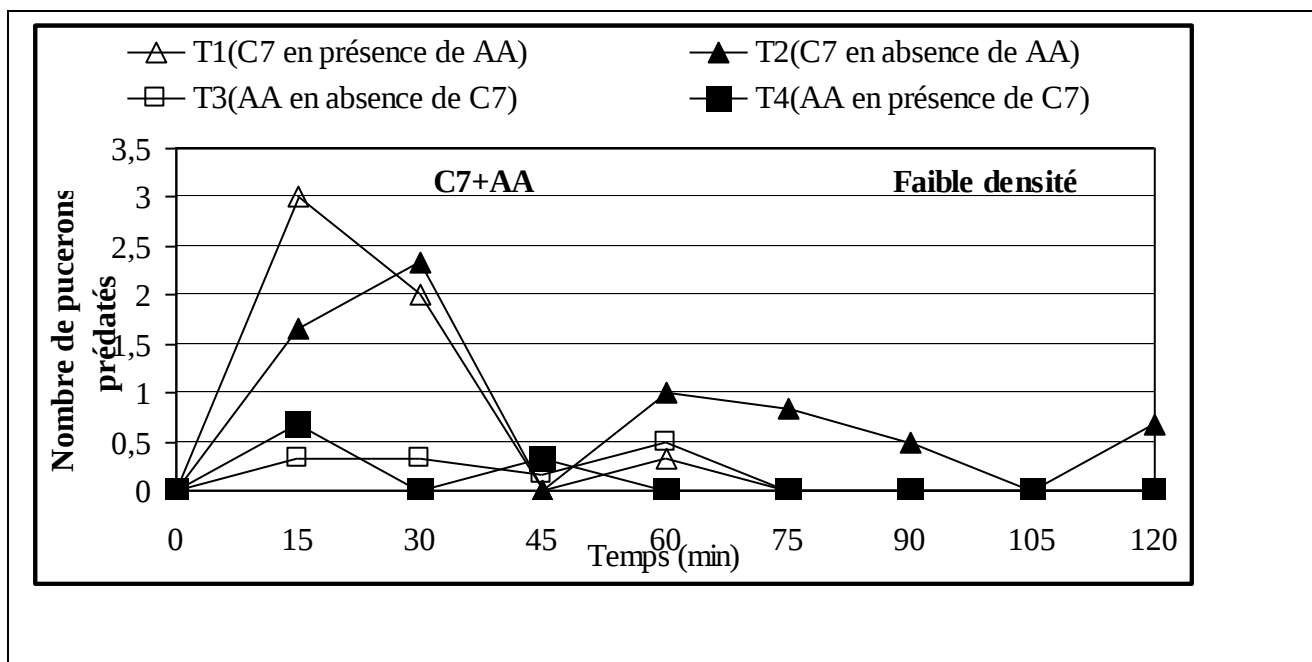


Figure-24: Répartition temporelle de la prédation de C7 ou une larve d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.



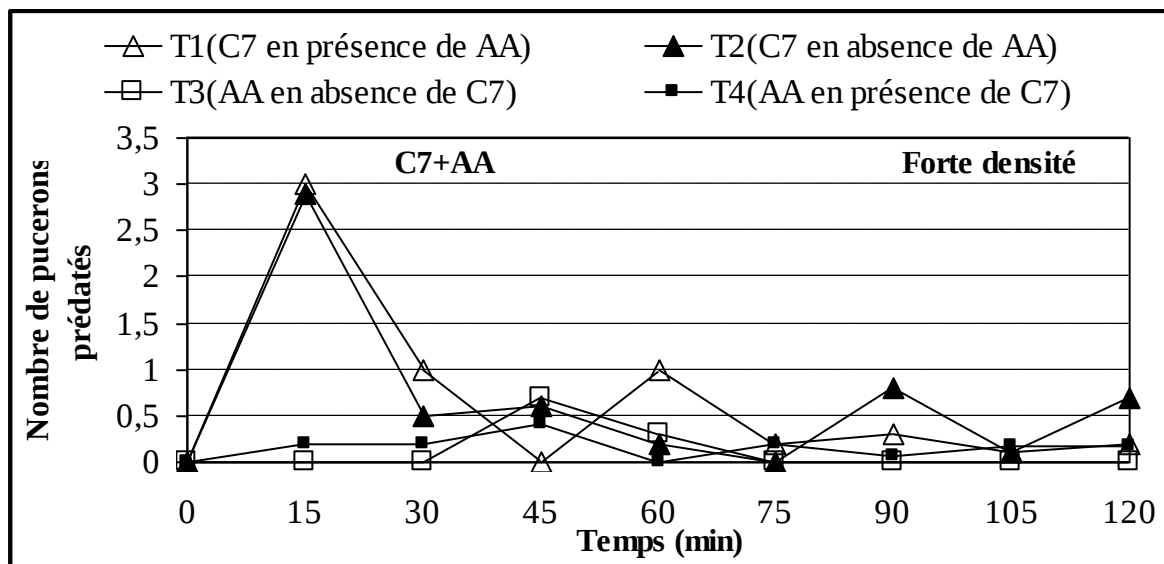


Figure-25: Représentation graphique de nombre de pucerons prédatés en fonction du temps (à faible et à forte densité).



III.2.1.4. Répartition temporelle de la prédation cumulée par intervalle

Les résultats montrent que pour la combinaison C7 et A10 adultes, le nombre de pucerons prédatés cumulés augmente quelque soit la situation des ennemis naturels. Pour C7, le nombre maximum des pucerons prédatés est de 3 individus pendant deux heures en présence d'A10 à faible densité, alors qu'à forte densité le nombre de pucerons consommés atteint 6,2. A faible et à forte densité, le nombre des individus consommés dans le cas de C7 en absence de A10 atteint respectivement 3,2 et 5,8 individus. Dans le cas de A10 à faible et à forte densité et en présence de C7, le nombre maximum des pucerons prédatés est de 3,5 et 3 respectivement, alors qu'en absence de C7, ces chiffres atteignent 3,3 et 3,5 individus (Figure-26).

Pour la combinaison C7 et A10 larve, le nombre cumulé des individus consommés augmente d'une manière exponentielle pour C7, quelque soit la situation des ennemis naturels et les densités larvaires des pucerons. Le nombre minimum des espèces prédatés pendant deux heures à faible et à forte densité pour C7 en présence d'A10 atteint la valeur de 4,3 et 4,6. Ces valeurs augmentent chez ce dernier en absence de 10 et atteignent les valeurs de 7 et 6,6 individus. Pour les larves d'A10 à faible et à forte densité en présence de C7, le nombre des individus consommés est de 1,3 et 1. Ces valeurs augmentent chez ces derniers en absence de C7 à faible et à forte densité pour atteindre des valeurs de 1,7 et 2,3 individus pendant des heures d'expériences (Figure-27).

Le nombre des pucerons consommés pour la combinaison C7 et AA, à faible et à forte densité augmente chez les deux espèces. Cependant le nombre des individus consommés dans le cas de C7 en présence et en absence de AA atteint les valeurs de 5,3 et 7 à faible, tandis qu'à forte densité, ces valeurs ne dépassent pas 5,8. Dans le cas des larves de AA, le nombre maximum des pucerons prédatés à faible densité en présence et en absence de C7 est de 1 et 1,3 alors qu'à forte densité ces valeurs sont de l'ordre de 1,4 et 1 individus pendant deux heures (Figure-28).

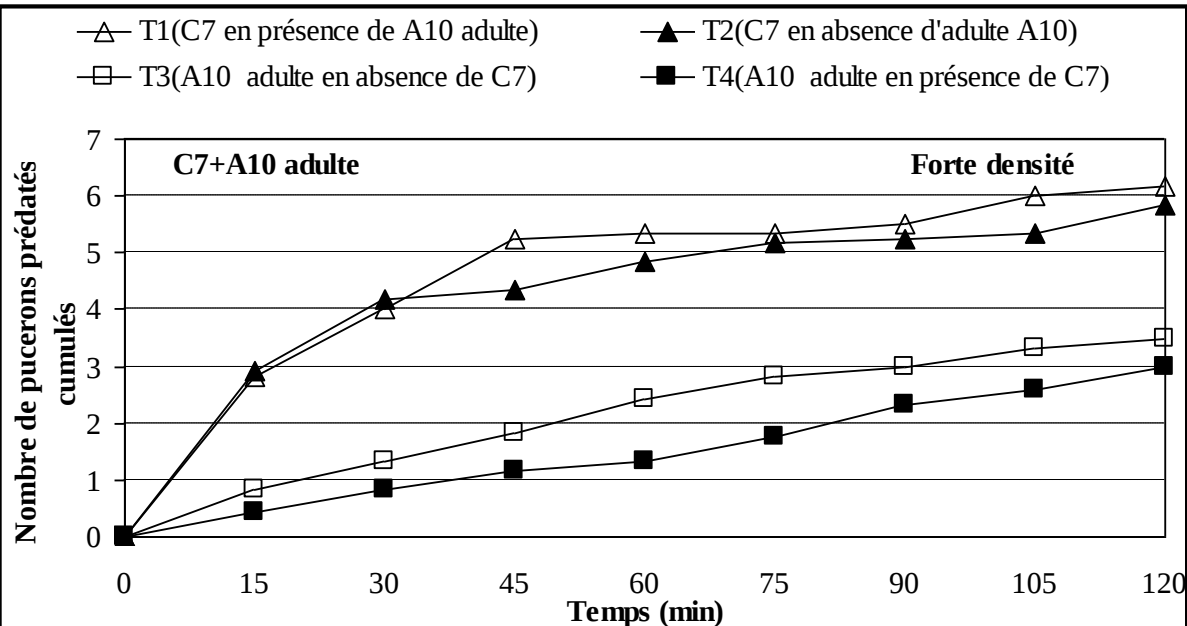
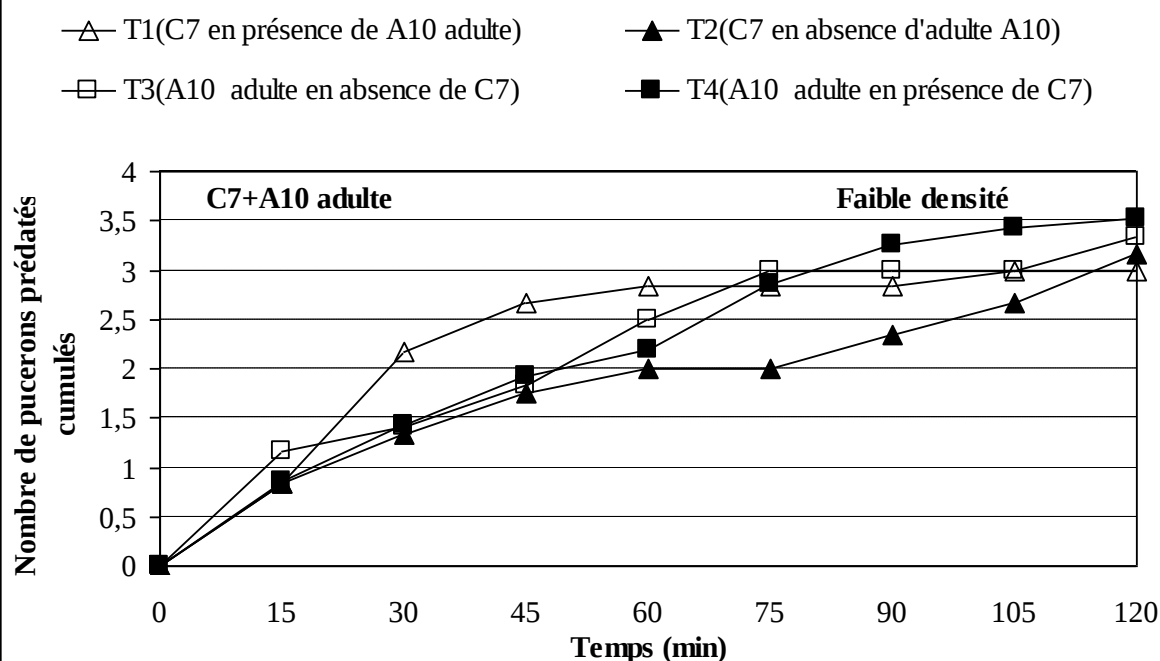


Figure-26: Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou un adulte d'A10 en présence et en absence de l'autre à faible et à forte densité.

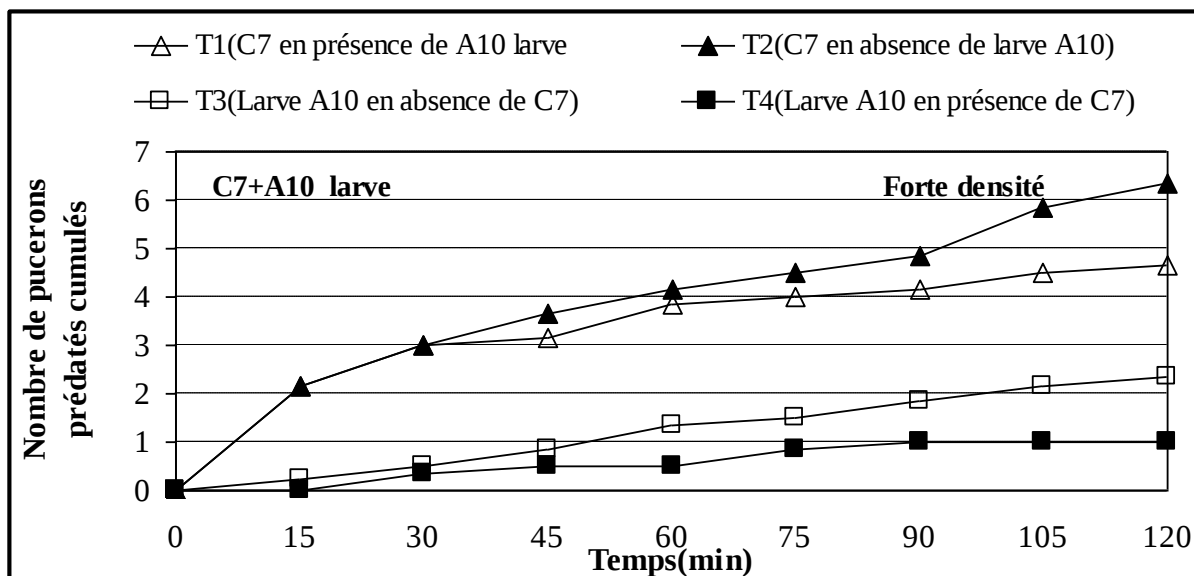
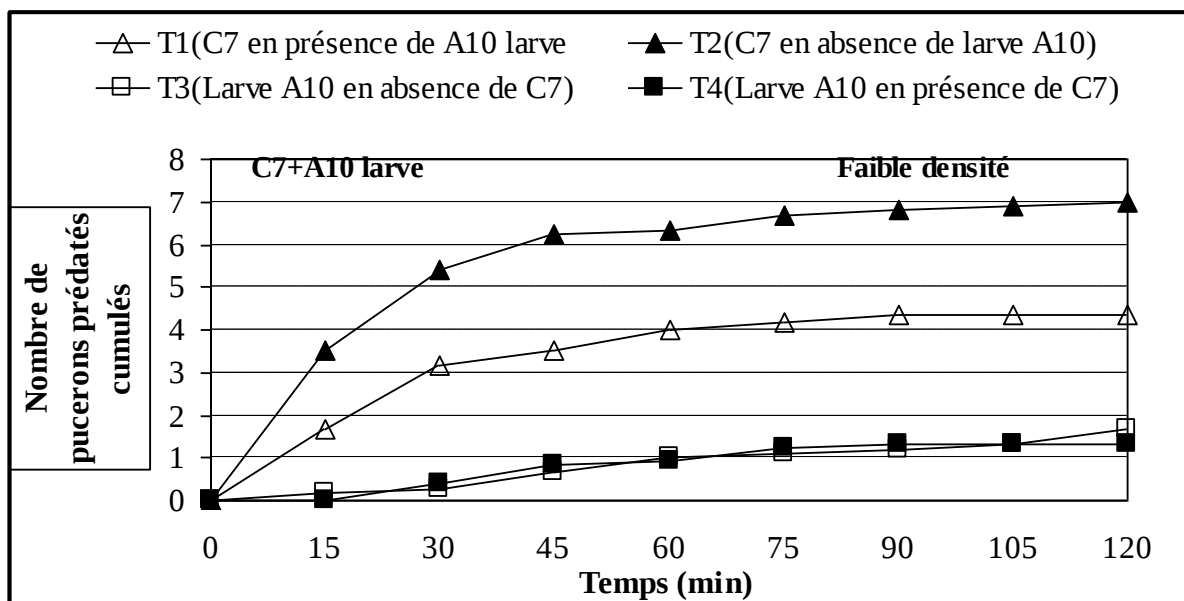


Figure-27 : Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou une larve d'A10 en présence et en absence de l'autre à forte densité.

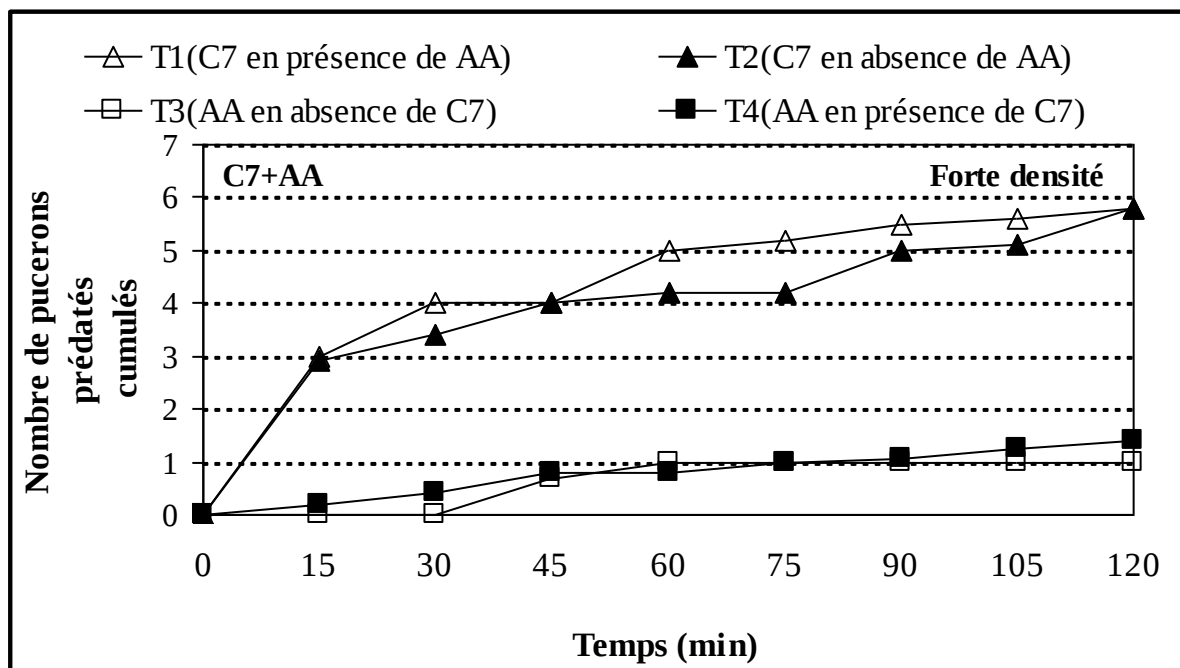
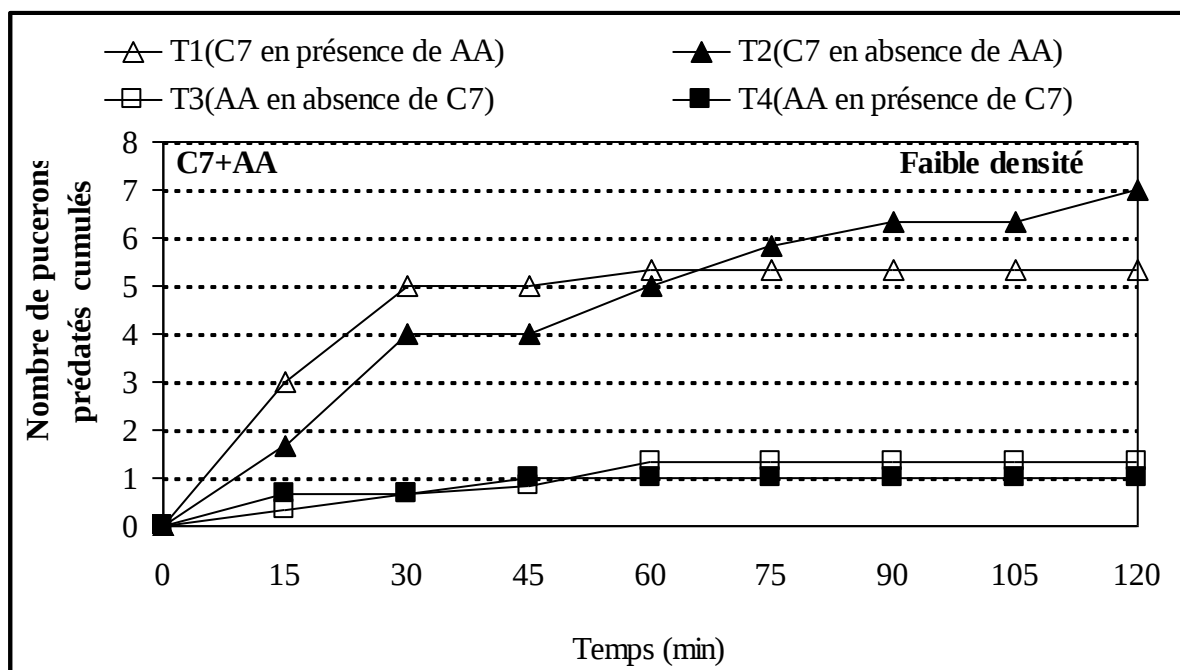


Figure-28: Répartition temporelle de la prédation cumulée de C7 ou une larve d'AA en présence et en absence de l'autre à forte densité



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
[**www.fst-usmba.ac.ma**](http://www.fst-usmba.ac.ma)





III.3. Evaluation de la voracité des espèces prédatrices

Les résultats montrent une différence de voracité entre différents traitements et selon la densité larvaire des pucerons. La voracité faible à faible densité et augmenté avec la forte densité larvaire de pucerons pour chaque espèce.

Pour la combinaison C7 et A10 adulte à faible densité, cette différence n'est significative, il est de l'ordre de 2,3 et 2 respectivement pour T2 et T3, tandis qu'à forte densité, la différence est significative entre ces deux traitement et il est de 5,67 et 3,67 respectivement pour T2 et T3. La combinaison C7 et A10 larve montre que la voracité est de 6,8 et 2 à faible densité respectivement pour T2 et T3, alors qu'à forte densité la moyenne atteint une valeur de 6,6 et 2,8 respectivement pour T2 et T3. Le même tableau montre que la voracité pour la combinaison C7 et AA est de 5,6 et 0,3 à faible densité et augmente à 7,2 et 0,8 respectivement pour T2 et T3.

Tableau 17: Comparaison de la voracité selon la combinaison des aphidiphages à différentes densités larvaires des pucerons.

Traitement	Faible densité	Forte densité
C7 en absence d'A10 adulte	2,33	5,67
C7 en absence d'A10 larve	6,83	6,67
C7 en absence d'AA	5,67	7,20
A10 adulte en absence de C7	2,00	3,67
A10 larve en absence de C7	2,00	2,83
AA en absence de C7	0,33	0,80

III.4. Comportements observés

Les résultats relatifs à la rencontre des espèces *C. septempunctata* ; *A. decempunctata* et *A. aphydimiza*, ont montré la spécificité de comportement pour chacune des espèces (Tableau17). Il en ressort qu'un comportement de prédation intraguild de d'IGP, s'est manifesté par les adultes de *C.*



sempunctata et les larves d'*A. decempunctata*. Ce sont des adultes de *C. sempunctata* qui ont prédatés les larves de *A. decempunctata*.

Toutefois, un comportement de compétition sur la proie (puceron) a été noté entre les adultes (cas de *C. sempunctata*) et entre adultes et larve de la même espèce (cas de *A. decempunctata*). Nous avons remarqué également que le C7 était le plus compétitif des trois espèces aphidiphages. D'autres interactions simples ont été aussi observées, en effet, *C. sempunctata*, passe souvent au dessus des larves d'*A. aphidimiza*. En cas de rencontre avec *C. Sempunctata*, les larves d'*A. aphidimiza* et d'*A. decempunctata* sont obligées de changer leur direction.

Le comportement de cannibalisme n'a pas été observé, quelque soit le stade de développement des espèces et la densité larvaire des pucerons fournis.

Tableau-18: Comportement interspécifiques et intraspécifiques entre les espèces prédatrices aphidiphages.

Combinaison	Comportement observé		
	IGP	Compétition	Cannibalisme
C7+A10 Adulte	-	+++	-
C7+A10 Larve	++	+++	-
C7+AA	-	++	-
C7+C7	-	+	-
A10 Adulte+A10 Adulte	-	++	-
A10 Adulte+A10 Larve	-	++	-
AA+AA	-	+	-

[-] : Absence de comportement ; [++] : Présence de comportement modéré ;
[+] : Présence de comportement modéré; [+++] : Présence de comportement fort

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION



Cette étude réalisée au laboratoire avait pour objectif de contribuer à l'évaluation de l'impact de l'interaction sur la prédation, la voracité et le comportement entre les ennemis naturels de la même guile, retrouvés en verger d'agrumes dans la région du Gharb, plus particulièrement *C. septempunctata*, *A. decempunctata* et *A. aphidimiza*.

Une différence de temps de marche, de prédation et de repos a été observée pour tous les traitements à différentes densités larvaires des pucerons.

Le temps de prédation est très important pour *C. septempunctata* à forte densité et en absence d'autres prédateurs *A. decempunctata* (adultes et larves) et *A. aphidimiza*. Le temps de prédation d'A10 adulte est très important à faible et à forte densité en présence de C7 alors que chez les larves d'*A. aphidimiza*, le temps de prédation est très important à faible densité et présence de C7.

Le taux de prédation de ces prédateurs varie en fonction des densités larvaires et selon que le prédateurs est en présence/absence d'autre prédateur. Il apparaît que la prédation de *C. septempunctata* et les larves d'*A. decempunctata* est élevée lorsqu'ils sont seules quel soit la densité larvaire des pucerons. Ce phénomène devient faible lors de la présence (compétition) de l'un ou l'autre. C'est le cas de *C. septempunctata* en présence des larves de *A. decempunctata* d'une part et d'autres part, les adultes et les larves de ce dernier prédateur en présence des adultes de *C. septempunctata* (fortes densité).

La voracité semble être forte pour les trois espèces prédatrices à forte densité larvaire des pucerons. *C. septempunctata* est plus vorace par rapport à *A. decempunctata* et *A. aphidimiza*. Deux facteurs sont déterminants pour la voracité d'un prédateur (Lucas et al., 1998). Selon les mêmes auteurs, la spécificité alimentaire et la taille relative prédateur-proie, de plus le principal critère déterminant la voracité des prédateurs serait la taille. Selon plusieurs auteurs (Sabelis, 1992 ; Soares et al, 2001, 2003), il existe une taille minimale et maximale de la proie acceptable pour un prédateur donné. Selon le même auteur, pour éviter d'avoir des résultats hétérogènes, l'utilisation des proies de même taille est un critère important.

Lors des suivis de ces derniers, il semble que le comportement de compétition semble le plus important. Un seul cas d'IGP a été noté alors que le comportement de cannibalisme n'a pas été observé, il s'agit des adultes de *C. septempunctata* et les larves d'*Adalia decempunctata*. L'IGP a été



seulement observé pendant les 30 premières minutes d'expériences à faible et à forte densité larvaire de pucerons. Cela peut être justifié par le degré de satiété des prédateurs qui ont été mis à jeun pendant 24h avant les expériences. Le degré de satiété est parmi les facteurs déterminants la présence, la direction et l'intensité d'une prédation intraguild (Provost, 2005 et Voynaud, 2008). Cependant, l'IGP n'a pas été observé entre les individus adultes de *C.septempunctata* et d'*Adalia decempunctata* à part de simples interactions. Ces deux espèces sont tous les deux de grande taille à l'âge adulte. La taille et le stade de développement des protagonistes sont des déterminants importants dans la prédation intraguild (Holt et Polis, 1997 ; Lucas et al. 1998 ; Polis et al. 1989 ; Moser et Obrucki, 2009). Généralement les prédateurs consomment les proies de taille inférieure à la leur (Lucas et al. 1998 ; Polis et al. 1989). La taille est souvent liée aux stades de développement, les stades larvaires sont plus petits que les adultes. Ces stades sont vulnérables à l'IGP et cette vulnérabilité est souvent associée à des mécanismes défensifs déficients ou non éprouvés (Provost, 2005). La spécialisation d'un prédateur est un autre facteur important dans la prédation intraguild et elle explique souvent la direction d'une interaction (Polis et al. 1989).

La prédation intraguild a été observée pour plusieurs agents de lutte biologique dans une panoplie des écosystèmes agricoles tels les légumes de serre, le coton, la culture de pomme de terre, de riz, de luzerne ainsi que dans plusieurs vergers (Rosenheim et al, 1995). Les impacts négatifs de cette dernière dans les programmes de lutte biologiques ont été rapportés par plusieurs auteurs (Rosenheim et al. 1995, Ehler 1996). L'exemple de lâchers massifs de la chrysope prédatrice *Chrysoperla carnea*, dans les champs de coton américain en 1993, en vue du contrôle du puceron *Aphis gossypii* (Rosenheim et al. 1993, Rosenheim & Wilhoit 1993), l'impact du programme sur les populations de pucerons s'est avéré faible voire nul et très peu de larves de chrysopes étaient retrouvées en champs, alors qu'une importante faune de prédateurs généralistes était présente.

A faible densité, le nombre de pucerons consommés après deux heures d'expériences, dans le cas de C7 tout seul est de 7 individus tandis que le nombre de pucerons restant pour C7 en présence de A10 est de 5,6. Cette différence peut être expliquée par le fait que C7 a délaissé les



pucerons pour prédater les larves de A10. Les mêmes phénomènes ont été observés à forte densité ou les individus de C7 ont prédatés les larves de A10, du coup, le nombre de pucerons restant après 2h atteint les valeurs de 79 en présence de C7 et 77,6 en absence de C7. D'une manière générale, le nombre de pucerons vivant baisse d'une manière faible mais de façon régulière en présence d'*A. decempunctata* et *A. aphidimyza*. Ce nombre devient important en présence de *C.septempunctata*. Ce dernier est capable de réduire les grande colonies de pucerons et peut être favorise par sa grande taille lors des interactions (Hodek et Michaud, 2008).

CONCLUSION GENERALE

Ce travail avait pour objectifs, d'une part, la recherche de méthodes de lutte attendis, utilisant des produits naturels, environnementales et alternatifs à la lutte chimique conventionnelle contre les pucerons associés aux jeunes plantations et d'autres part, l'évaluation de l'effet de l'interaction sur le voracité et le comportement des aphidiphages.

Les pucerons, *Aphis spireacola* et *Toxoptera aurantii*, ont été les principales espèces de pucerons observées infestant les jeunes pousses des agrumes, avec la dominance de la première espèce. Plusieurs espèces d'ennemis naturels ont été enregistrées; les prédateurs, *Coccinella septempunctata*, *Adalia decempunctata*, *Scymnus sp*, *Rodolia cardinalis* et *Stetholus punctillum*, *Chrysoperla carnea*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Episyrphus balteatus*, et également d'autres espèces parasitoïdes.

L'application des produits a montré que l'imidaclopride reste le plus efficace contre les pucerons. La pulvérisation des deux autres produits naturels, en l'occurrence, le kaolin et le savon noir, a permis la réduction des populations des pucerons ainsi que le nombre des pousses infestés par ces derniers. Il semble également que ces deux produits ont un effet de choc qui réduit la densité des ennemis naturels quelques jours après leurs pulvérisations. L'efficacité de leur utilisation comme produits naturels alternatifs à la lutte chimique est à discuter.

Les lâchers d'ennemis naturels continus, plus particulièrement la coccinelle *A.decempunctata*, pourraient être une voie de lutte biologique potentielle et alternative à la lutte chimique pour contrôler les pucerons pour les jeunes vergers d'agrumes.



L'évaluation de l'interaction entre les différentes espèces prédatrices mise deux à deux, a montré que les prédateurs de la même guildes fournissent beaucoup de temps dans la marche et le repos par rapport au temps de prédation et de nettoyage. L'impact de cette compétition des aphidiphages sur la prédation et la voracité des pucerons diffère lors de la rencontre.

Le temps de prédation de *C.septempunctata* est le plus important en absence d'autres prédateurs à forte densité larvaire des pucerons. Toutefois, ce paramètre ne semble pas important, du fait que c'est la prédation et la voracité qui sont les paramètres importants.

La prédation et la voracité sont très importantes pour *C.septempunctata* en présence et en absence de deux autres prédateurs *A.decempunctata* (adulte et larve) et *A.aphidimyza*. Le comportement de la compétition était le plus phénomène le plus important lors de la rencontre des deux prédateurs.

Les prédateurs étudiés consomment les pucerons même en présence d'autres prédateurs de la même guildes, ce qui laisse présager qu'ils représentent des agents de lutte biologique importants.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbassi M., 1990. Contribution à la lutte biologique contre les homoptères ravageurs des citrus au Maroc. Thèse de doctorat d'état, Science Agronomique Gembloux Belgique.185.
- Abbassi M & A. Cibari , 2001. Note au sujet de la présence au Maroc d'une nouvelle espece d'aleurode : *Aleurodocus dispersus* Russell (Homoptera :Aleurodidae) sur agrumes. Proceedings, Symposium. Protection intégrée des cultures. Région Méditerranéenne. Rabat 29-31 Mais 2001.37-39.
- Abdekhelek K.M., M. Afellah & C. Smaili , 1998. Biologie, écologie et lutte contre *Planococcus citri* R. (Homo.,Pseudococcidae)sur agrumes dans la région du Loukkos au Maroc. 50^{ème} Intern.Symp.on Crop Prot.University Gent.
- Abrams P., B. A. Menge, G. G. Mittelbach, D. Spiller & Yodzis P. 1996. The Role of Indirect Effects in Food Webs. In *Food webs: Integration of Patterns and Dynamics*. G. Polis and K. Winemiller (eds). p. 371-395. New York: Chapman et Hall.
- ACTA, 1984. Les auxiliaires, ennemis naturels des ravageurs des cultures. Edition le Carroussel :63p.
- Affellah M., M.El Zaghari, Cherkhaoui M. & A.Sayeb, 1989. Etude de la bioécologie de la cochenille virgule *Lepidosapha beckii* dans la région du Gharb. Al Awamia n°66.pp 89-99.
- Anonyme, 1997. Vers la production intégrée par la lutte intégrée. Bull. OILB/SROP.4 ; 161p
- Anonyme, 1987. Cultures d'exportation. Situation actuelle et perspective. DPV Division de l'Horticulture Rabat, Maroc.
- Anonyme, 2008. Programme de mise à niveau de la filière des agrumicole. Rapport de la DPV. Div. Horti. Ministère de l'agriculture et la Pêche Maritime, Jan. 2008. 1-35.
- Appert J., 1982. Les acariens : in « Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques ». (Edit.G.P. Maisonneuve et Larose), Paris.413p



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Argyriou L., 1970. Les cochenilles des citrus en Grèce. *Al Awamia*. N° 37. Dir. Rech. Agron. P :47-65.
- Arim M. & P. A. Marquet. 2004. Intraguild Predation: A Widespread Interaction Related to Species Biology. *Ecology Letters*, 7: 557-564.
- Aslan B. & I. Karaca. 2005. Fruit tree Aphids and their natural enemies in Isparta region, Turkey: *J Pest Sci* (2005) 78: 227–229
- Asuda H., Kikuchi T., P. Kjndlmann & S., Sato. 2001. Relationships Between Attack and Escape Rates, Cannibalism, and Intraguild Predation in Larvae of Two Predatory Ladybirds. *Journal of Insect Behavior*, 14(3): 373-84.
- Balakchowsky A.S. 1966. Entomologie appliquée à l'agriculture lépidoptères TII, VI, Ed Masson et Cie, pp :331-333.
- Benassy C. 1986. Les cochenilles diaspiques chez les citrus. *Fruits* N°41, p :545-549.
- Benassy J. & G. Euverte. 1968. Essai d'utilisation pratique de la lutte biologique contre le pou de californie (*Aonidiella aurantii*) au Maroc. *Al Awamia*, 28 juillet :1-60.
- Ben Halima-Kamel M. 1995. Contribution à l'étude de la dynamique des populations des pucerons en verger d'agrumes. *Bulletin OILB Srop* 18(5), pp 39-46.
- Ben Halima-Kamel M., M.H. Ben Hamouda. 2005. A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes fauniques de Gembloux* 58, p 11-16.
- Benziane T. ; M. Abbassi & A. Jahaj 2001. Comparaison de deux méthodes de lutte intégrée contre les ravageurs en vergers d'agrumes dans la région du gharb. *Symp. Prot. Int. Cul. Rég. Mé. Rabat* 29-31 mai 2001. Maroc. P :257-269.
- Benziane T. 2003. De la lutte dirigée à la lutte intégrée contre les principaux ravageurs en vergers d'agrumes au Maroc : Cas de la région de Gharb. Thèse de doctorat en Sciences (Doctorat d'Etat). Faculté des Sciences de Meknès (Maroc) ; 3-60p.
- Bihi T. 2000. La lutte intégrée contre les ravageurs en vergers d'agrumes : Evaluation de deux méthodes de lutte intégrée dans la région du Gharb. Mémoire de troisième cycle, Ecole nationale d'Agriculture de Meknès, 134p.
- Boutaleb Joutei A. & Ph.D. Lebrun. 2004. Effet de l'augmentation de CO₂ atmosphérique sur l'interaction plante-phytophage, cas des deux systèmes : Haricot-tétranyque tisserand, Haricot-Puceron de la fève. In « Actes des premières journées des géosciences de l'environnement » Université de Moulay Ismail, Meknès, *Minbar al Jamia* 4 :85-98
- Boutaleb Joutei A. 1999. Etude de l'effet de l'augmentation du CO₂ atmosphérique sur l'interaction plante-phytophage. Cas particulier du système Haricot/piqueur-suceur. Thèse de Doctorat d'Etat Sciences. Faculté des Sciences, Université catholique de Louvain, Belgique 193p.
- Bozsik A., J. Mignon & C. Gaspar. 2003. Le complexe *Chrysoperla carnea* en Belgique (Neuroptera : Chrysopidae) *Notes fauniques de Gembloux*, n° 50.
- Brun P. 1997. Ravageurs des agrumes et lutte intégrée. *L'arboiculture fruitière* n°501 Jan 1997, p :168-177.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Canale A. & A. Loni. 2006. Host location and acceptance in *Psytalia concolor*: role of host instar. Bulletin insectology 56(1):7-10, 2006. ISSN 1721-8861. P: 7-10. www.bultinofinsectology.org.
- Carrero J.M., F.Limon & A.Panis. 1977. Note biologique sur quelques insectes entomophages vivant sur oliviers et agrumes en Espagne. Fruits, Vol, 32, (9) :548-551.
- Carrerodo J. 1979. Entomophage des cochenilles des agrumes dans la province de valencia. Symp. Intern.OILB/Srop (2) p :50-78.
- Carter, M. c., D. Sutherland & A. F. G. Dixon. 1984. Plant Structure and the Searching Efficiency of Coccinellid Larvae. *Oecologia*, 63 : 394-397.
- Carver, M. 1978. The black citrus aphid *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer De Fonscolombe) (Homoptera : Aphididae). Aust.J.Entomol.Soc.17 :263-210.
- Chapot H & V. Delucchi. 1964. Maladie, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Publications INRA, Rabat, 339p
- Childers, C.C. 1994. Biological control of phytophagous mites on Florida citrus utilizing predatory arthropods, Pest management in the subtropics Biological control-a Florida perspective, pp: 277-288.
- Chouibani N., D. Papacek, A. Mazih & H. Kaack H. 1997. Protection intégrée des agrumes au Maroc. Troisième édition de l'association Marocaine de la protection des plantes. Rabat 23-24 Décembre, 205-210p.
- Chouibani, M., A. Ouizbouben & H. Kaack. 2000. Protection intégrée en agrumiculture. Direction de la protection des végétaux, des contrôles techniques et la répression des fraudes. 3-37p
- Chouibani M., A. Ouizbouben & H. Kaack. 2001. Protection intégrée en agrumiculture. Direction de la protection des végétaux, des contrôles techniques et la répression des fraudes en coopération avec la GTZ, 81p.
- Chueca, P., H. Monto, J. L. Ripollés, P. castanera, E. morto & A. Urbajena. 2007. Spinosad bait treatments as alternative to Malathion to control the mediterranean fruit fly *ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) in the Mediterranean Basin, *J. Pestic. Sci.*, 32(4), 407-411
- Cottrell, T. E.; B. W. Wood, C. C., Reilly. 2002: Particle film affects black pecan aphid (Homoptera: Aphididae) on pecan. *J. Econ. Entomol.* 95, 782-788.
- Chouibani, M., A. Ouizbouben & H. Kaack. 2001. Protection intégrée en agrumiculture. DPVCTRF-GTZ.
- Croft, B.A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley and Sons, New York. 723 pp.
- Couture, I. 2007. Culture piège dans les cucurbitacées. Bulletin d'information No 01 – 4 mai 2007. Réseau d'avertissement phytosanitaire Cucurbitacées. 4 pages.
- Curio, E. 1976. *The Ethology of Predation: Zoophysiology and Ecology*, vol. 7. Berlin: Springer-Verlag, 249 p.
- Daxl, R., N. Kayserlingk, C. Klein-Koch, R. Link & H. Weibel. 1995. La lutte contre les ennemis des cultures. Memento/ Edit°GTZ, N° 252; 135p.
- Delabie, J.H.C., J.E.Serrao, C.S.F. Mariano & D. Matile-Ferrero, 2008. Comportements de communication de la cochenille neotropicale *neochavesia caldasiae* (Balachowsky 1957) (Pseudococcidae : Rhizoecinae) avec sa fourmi symbiote *Acropyga fuhrmanni* (Forel 1914) (Formicidae : Formicinae). *Ann.soc.Entomol.Fr.* 44 (4). 471-475.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Delucchi, V. L. 1964. Les ravageurs des agrumes. In : Shopot H. et Delluch V.L., 1964. Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Edition de l' INRA, Rabat, 339p.
- Dhouibi M. & H. Gahbich. 1994. Fructuation des populations naturelles méditerranéennes des fruits *ceratitis capitata* Wied (Diptera :Tephritidae) dans deux biotopes du Nord de la Tunisie. Fruits flies Economic Importante. IOBC/wprs Bulletin Vol 17 (6).41-61.
- Dixon ,A.F.G., 1973. Biology of aphids. London: Eduard Arnold.
- Dixon, A.F.G., 1985. "structure of aphid populations" Annual Review of Entomology. Vol. 30, p. 155-175.
- Duk,e M. K., 2005. Classical Biological Control of Mediterranean Fruit Fly, *ceratitis capitata*, (Wiedemann) (Diptera :Tiphritidae) : Natural Enemy Exploration Nontarget Testing. Dissert.PHD,Texas A&M University, May 2005.
- DPAE, 2006. Recensement général des agrumes au Maroc. Ministère de l'Agriculture te de la Pêche Maritime, Direction de la Programmation et des Affaires Economiques, Division des statistiques et de l'information. http://www.vulgarisation.net/rec_agrumes.htm.
- Duyck, F.D & S. Quilici . 2001. Etude comparée de la biologie de developpement de trois espèces de mouches des fruits (*ceratitis* spp.)(diptera :Tephritidae),nuisible aus cultures fruitiers à la reunion.AMAS 2001.Food and agriculture research Concil,Réduit, Mauritius. P: 105-113.
- Ehler, L.E. 1996. Structure and impact of natural enemy guilds in biological control of insect pests. pp. 337-342. In G.A. Polis & K.O. Winemiller (Eds). Food Webs; Integration of Patterns & Dynamics. Chapman & Hall. Toronto. Canada.
- Evans, H.F. 1976. The role of predator-prey size ration in determining the efficeincy of capture by an introduced species. *Ecology* 85:637-665.
- FAO, 2004. *Evolution du marche internationale des agrumes*. <http://www.fao.org/economic/est/surveillance-et-perspectives-des-marches-des-produits/agrumes/fr/>
- Fauvel, G. 1990. Les insectes prédateurs d'acariens. 7^{ème} Cours Européen d'Acarologie, 3-8 septembre .ENSA-M, Société des acarologues de langue française (S.A.L.F).157-275p.
- Fernández, P.M., R.E. Lecuona & S. Alves. 1985. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bols) Vuill a broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae). *Ecossistema (Brasil)* 10: 176-182.
- Ferran, A. & M.M. Larroque.1984. Efficacité de la coccinelle aphidiphage *Semiadalia undecimnotata* Schn. en serre. *Agronomie*, 1984, 4(4),367-376.
- Finke, D. & Denno L. R. F. 2002. Intraguild Predation Diminished in Complex-Structured Vegetation: Implications for Prey Suppression. *Ecology*, S3 (3) : 643-52.
- Firlej, A. 2007. Interaction du parasitoïde *Dinocampus coccinellae* avec la coccinelle exotique *Harmonia axyridis* Pallas et la coccinelle indigène *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake. Thèse de Doctorat (Ph.D.).Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 150 pp.
- Fréchette B., F. Larouche & E.Lucas . 2007. *Leucopis annulipes* larvae (Diptera: Chamaemyiidae) use a furtive predation strategy within aphid colonies. *European Journal ofEntomologie*.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Gilmore, J.E. 1989. Control; Steril Insect Technique (SIT); overview. In: Word Crop pest 3(B).Fruit Flies;their biology,naturels ennemis and control (Ed. By Robinson,A.S.;Hoper ,G, pp. 353-363. Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas.
- Girault,A. 1905. An Aphid Feeding on Coccinellid Eggs. *Entomological News*, 19: 132-133.
- Glenn, D. M., G. J. Puterka, T. Vanderzwet, R.E. Byers & C. Feldhake. 1999: Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92, 759–771.
- Guénard, B. 2007. Mutualisme fourmis pucerons et guildes aphidiphage associée : le cas de la prédation furtive. Mémoire de Maîtrise (Master), Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 122 pp.
- Guirou, Z., I .El Kaoutari, A. Bemouzzouh , M. Chemsddine & A.Hilal. 2003. Contrôle des populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskelle) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruits* 58, p 3-11.
- Hanafi, A., 2000. Connaître et reconnaître les ravageurs et auxiliaires en verger d'agrumes : Management, ISBN 9954-0-1385-7,87p.
- Haynes, K.F. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annu. Rev. Entomol.* 33 : 149-168.
- Hatten, D. & A.A. Berryman. 2004. Complementary BioControl of Aphids by the Ladybird Beetle *Hem'onia axyridis* and the Parasitoids *Aphelinus asychis* on Greenhouse Roses. *Biological Control*, 30: 229-235.
- Hemptinne, J.L,A.F.G.Dixon, J.L.Doucet & J.E. Petersen.1993. Optimal foraging by hoverflies (Diptera:Syrphidae) and ladybirds (coleopteran: coccinellidae):Mecanisms. *Eur.J.Entomol.* 90: 451-455.
- Hmimina,M., L. Alam, Y. Ougass & A.Marmouch. 1995. Circonstances de pullulation de *Tetranychus urticae* KOCH (Tetranychidae,Acarina) en verge d'agrumes. *Bull.OILB/SROP.* 18(5), pp : 28-35.
- Holt, R. D. et G. A. Polis. 1997. A theoretical framework for intraguild prédation. *American Naturalist* ,149,745-764.
- Huang, C. & A. Sm. 1991. Experimental Studies on Direct and Indirect Interactions in a Three Trophic-level System. *Oecologia*, 85: 530-536.
- Jackson, G.J. et J.B. Ford. 1973. The feeding behaviour of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina : Phytoseiidae), particularly as affected by certain pesticides. *Ann. Appl. Biol.* 75 : 165-171.
- Jeffrey N., L. Stibick. 2004. Natural enemies of true fruit flies (Tephritidae). USD. February, 2004. 1-86. www.aphis.usda.gov.
- Karagounis, C., A. K .Kourdoumbalos, J. T. Margaritopoulos, G. D. Nanos & J. A .Tsitsipis. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *J. Appl. Entomol.* 130(3), 150–154.
- Kaoutari, I. 2000. Le pou de californie *Aonidiella aurantii* Mask. (Homoptera :Diaspididae) : Utilisation de procédés d'avertissement agricole dans le raisonnement de la lutte chimique en vergers d'agrumes au Tadla,Mémoire DESA ;faculté des sciences semlalia Marrakech,41p.
- Kavallieratos, N.G. & Z. Tomanovic. 2004. Seasonal abundance of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) and predators (Coleoptera: Coccinellidae) of aphids infesting citrus



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- in Greece. *Biologia*, Bratislava, 59: 191-196, 2004 ; ISSN 0006-3088.
[Http://www.zoo.sav.sk/b59-2.htm](http://www.zoo.sav.sk/b59-2.htm).
- Knapp J.L, Pena J.E, Stainly P.A., Bullock R.C., Chapiro J.R., 1995. chemical control of citrus leafminer: what are the options? international conference: Managing the citrus leafminer. April 23-25 Florida.: 21-24.
- Knight A. L., T. R. Unruh., B.A. Christianson, G. J. Puterka & D. M. Glenn. 2000. Effects of kaolin-based particle films on obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* Harris, (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 93, 744-749.
- Leclant, F. 1996. Dégâts et identification des pucerons. *PHM Revue Horticole*, n° 369, pp. 19-24.
- Lecoq, H. 1996. Les pucerons : de redoutables vecteurs de virus des plantes. *PHM Revue Horticole*, n° 369, pp. 25-36.
- Legault, G. 2007. Effect of kaolin on the striped cucumber beetle (*Acalymma vittatum*) and cucumber growth and development. Mémoire de maîtrise. Université McGill. 117 pages.
- Liang, G. & T.X. Liu. 2002. Repellency of a kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. *J. Econ. Entomol.* 95, 317-324.
- Loeillet, D. 1992. La dynamique actuelle du marché mondial des agrumes. *Fruits*, 47.
- Loussert, R. 1987. Les agrumes, Vol 2, production, technique agricoles méditerranéenne 158p.
- Louriki, A. 2001. Essai de l'Application de la méthode de traitement localisé par appâtage pour la lutte contre la mouche des fruits (*Ceratitis capitata*) sur les agrumes dans la région de Marrakech. In : Proceeding du symposium sur la protection intégrée des cultures dans la région méditerranéenne, Rabat, 20-31 Mai 2001 ; 101-104p.
- Lucas, E. 1994. Évaluation de l'efficacité de prédation de *Coccinella septempunctata* L. et *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire de Maîtrise (Master), Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 106 pp. (M3792)
- Lucas E., D. Coderre & C. Vincent. 1994. Evaluation de l'efficacité de prédation et comparaison de deux Coccinellidae face au tétranyque à deux points et au puceron de la spirée dans les vergers québécois. Agriculture Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu. Résumé des recherches 23: 20.
- Lucas E., D. Coderre & C. Vincent. 1995. Compétition entre deux espèces de coccinelles pour la prédation de pucerons et de tétranyques. Agriculture Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu. Résumé des recherches, 24: 9-10.
- Lucas, E. 1998. Prédation intragilde et stratégies défensives chez trois prédateurs aphidiphages. Thèse de Doctorat (Ph.D.). Département de Phytologie, Université Laval. Québec, Canada. 181 pp. (AAT NQ36298).
- Lucas, E., D. Coderre & J. Brodeur. 1998. Intraguild predation among three aphid predators: Characterization and influence of extra-guild prey density. *Ecology* 79: 1084-1092.
- Lucas, E. & J. Brodeur. 1999. Oviposition Site Selection by the Predatory Midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera : Cecidomyiidae). *Environmental Entomology*, 28 (4): 622-627.
- Lucas, E. & O. Lomar. 2000 : Susceptibilité de *Macrolophus caliginosus* Wagner (Heteroptera Miridae) à la prédation intragilde. IOBC wprs Bulletin Vol. 23 pp. 225-229



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Lucas, E., DCoderre D. & J. Brodeur. 2000. Selection of Molting and Pupation Sites by *Coleomegilla maculata* (Coleopt. : Coccinellidae): Avoidance of Intraguild Predation. *Entomological Society of America*, 29 (3) : 454-459.
- Lucas, E. & J. Brodeur. 2001. A Fox in Sheep's Clothing: Furtive Predator Benefit from the Communal Defense of their Prey. *Ecology*, 82 (11) : 3246-3250.
- Lucas, E., 2005. Intraguild Predation among Aphidophagous Predators. *European Journal of Entomology*, 102 : 351-64.
- Malais, M. & W. J. Ravensberg. 1993. Connaître et reconnaître. Mode de vie des ravageurs de serres et de leurs ennemis naturels. Koppert BV, p 109.
- Markkula, M. & K. Tiittanen. 1985. Biology of the Midge *Aphidoletes* and its Potential for Biological Control. In *Biological Pest Control: The Glasshouse experience*, N.W. Hussey et N. Scopes (eds). p. 74-81. Ithaca (N. Y.): Cornell University Press.
- Moriarty, F. 1969. The sublethal effects of synthetic insecticides on insects. *Biol. Rev.* 44 : 321-357.
- Mazih, A. 2007. Problèmes phytosanitaires au Maroc et Méthodes de lutte utilisées (situation actuelle). Pour une agriculture respectueuse de l'environnement. ENA, 18 décembre.
- Mazih, A. 1992. Recherche sur l'écologie de la mouche Méditerranéenne des fruits *ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae), dans l'argenterai de la plaine du Souss (Maroc). Thèse d'état. I.A.V. Hassan II Agadir, Maroc, 159p.
- Mazih A. & M. S. Chitoukli. 2001. Studies on annual population dynamics and damage of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) in sous area (Morocco), proceedings du symposium sur protection intégrée des cultures dans la région méditerranéenne, Rabat Maroc, 29-31 Mai, 2001, : 159-171.
- Mc Coy, C.W. 1985. Citrus : current status of biological control in Florida. In biological control in Agricultural IPM systems, pp : 441-449.
- Mc Murtry, J.A. 1977. Some pradaceous mites (Phytoseidae) on citrus in the Mediterranean region, *Entomophaga*, 22, (1) pp 19-30.
- Michaud, J.P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid, *Diaphoria citri* (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological control*. *Ann. Rev. Entomol.* 1998. 43. 295-321.
- Miloudi, M. 1995. Recherche sur la Bio écologie de la mouche méditerranéenne des fruits, *ceratitis capitata* Wied, dans la région du souss, Mémoire d'Ingénieur agronome, IAV Hassan II, 107 p.
- Moran, M. D., T.P. Rooney & L. E. Hurd. 1996. Top-Down Cascade from a Biotrophic Predator in an Old-Field Community. *Ecology*. 77 : 2219-2227.
- Moser, S. & J. Obrycki . 2009. Competition and Intraguild Predation Among Three Species of Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 102(3): 419-425.
- Nia, M., M. Bouchakour & M. Hanich. 2008. Utilisation de la coccinelle *Stethorus* spp (Coleoptera: Coccinellidae) comme moyen de contrôle de *Panonychus citri* (Acarina: Tetranychidae). Proceedings du symposium Méditerranéen sur la protection phytosanitaire des agrumes. 9-11 juin 2008 ; Rabat, Maroc, 349-354p.
- Okuyama, T. 2002. The Role of Antipredator Behavior in an Experimental Community of Jumping Spiders with Intraguild Predation. *Population Ecology*, 44 : 121-125.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Olszack, R.W., 1988. Voracity and development of three species of Coccinellidae preying upon different species of aphids. In: E. Niemczyk & Dixon A.F.G (eds), Ecology and effectiveness aphidophaga. SPB Academi Publishing, The Hague (The Netherlands), pp.47-53.
- Onkoud, N. 2002. Contribution à l'étude de la Dynamique des population de *Parlatoria pergandii* (COMSTOCK, 1881) sur cinq variétés d'agrumes dans la région de Sidi Abdelaziz (GHARB). Mémoire de 3^{ème} cycle en agronomie. ENA, Meknès. 129p
- Ouzrit, M. 1998. Nuisibilité et dynamique des populations de *P.citrella* (Stainton), 1856 (Lepidoptera : Phyllocnistidae) dans le Haouz, Mémoire de Troisième cycle en Agronomie, protection des plantes, ENA, Meknès 125pp.
- Papacek, 1998. IPM for citrus: Report on Second Short Term Consultancy Mission to Morocco. Doc. *polycopie*. 32p.
- Papacek, D. 1997. Integrated Pest Management for citrus. Report on Shortterm consultancy Mission to Morocco p: 1-8
- Penman, D.R., R.B. Chapman & K.E. Jesson. 1981. Effects of fenvalerate and azinphosmethyl on two-spotted spider mite and phytoseiid mites. *Entomol. Exp. Appl.* 30 : 91-97.
- Persad, A. B., A. Jeyprakash & M. Hoy. 2004. High fidelity PCR assay discriminates between immature *Lipolexis oregmae* and *Lysiphlebus testaceipes* (Homoptera : aphidiidae) within the aphid hosts. *Florida Entomologist* 87(1). March 2004. p:18-24.
- Phoofolo, M. W., J. J. Obryckl. 1998. Potential for Intraguild Predation and Competition among Predatory Coccinellidae and Chrysopidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 47-55.
- Polis, G.A. & R.D. Holt. 1992. Intraguild predation: The dynamics of complex trophic interactions. *Trends Ecol. Evol.* 7:151-154
- Polis G. A., C. A. Myers and R. D. Holt. 1989. «The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other». *Annual Review of Ecology and Systematics*. vol. 20, p. 297-330.
- Polis G. A., C. A. Myers & Holt R D. 1989. The Ecology and Evolution of Intraguild Predation: Potential Competitors that Eat Each Other. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 297-33.
- Posada-Flórez, F.J. 2008. Production of *Beauveria bassiana* fungal spores on rice to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. 13pp. *Journal of Insect Science* 8:41
- Principi, M.M & D.M. Canard. 1984. Feeding habits. In : Canard, M., Semeria Y. et New, T.R. (eds), *Biology of Chrysopidae*. Junk, the Hague, p. 76-92.
- Provos, C., D. Coderre, E. Lucas, G. Chouinard & N. Bostanian. 2003. Impact d'une dose sub létale de lambda-cyhalothrin sur les prédateurs intraguildes d'acariens phytophages en vergers de pommiers. *Phytoprotection*. 84: 105-113
- Provost, C. D. Coderre, E. Lucas & N. Bostanian. 2003. Impact of lambda-cyhalothrin on intraguild predation among three mite predators. *Environ. Entomol.* 32:256-263
- Provost, C. 2005. Impact d'un insecticide sur la relation intraguild et approvisionnement optimal de trois prédateurs en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat (Ph.D.). Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 224 pp.
- Puterka, G. J., D. M. Glenn, D. G. Sekutowski, T.R. Unruh & S.K. Jones. 2000. Progress toward liquid formulation of particle film for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* 29, 329-339.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Quilici, S. 1997. Lutte biologique et biotechnique dans la lutte contre les mouches fruits-FDGDEC de la Reunion. *Sesamie Bultin* 3 (1).P : 37.
- Quilici S., B. Hutrel & F.G. Ourdon. 2000. Biological study and use in Biocontrol of the Medfly parasitoid *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). *Proceeding of the International Society of Citriculture*.
- Remaudiere, G., G. Iperti, F.Leclant, J.P. Lyon & M.F Michel. 1973. Biologie et écologie des aphides et de leurs ennemis naturels. Application à la lutte intégrée en vergers. *Entomphaga*, mémoire hors série, N° 6, PP : 1-35
- Roda, A., J. Nvrop, M. Dicke & G. English-LoEB., 2000. Trichomes and spider-mite webbing protect predatory mite eggs from intraguild predation. *Oecologia*, 125: 428-435.
- Roger C., C. Vincent & D. Coderre. 1995. Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata lengi* (Coleoptera: Coccinellidae) following application of neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). *J. Appl. Entomol.* 119 : 439-443.
- Rosenheim, J.A., R. Wilhoit & C.A. Armer. 1993. Influence of intraguild predation among generalist insect predators on the suppression of an herbivore population. *Oecologia* 96: 439-449.
- Rosenheim, J.A. & R. Wilhoit. 1993. Why lacewings may fail to suppress aphids? Predators that eat other predators disrupt cotton aphid control. *California Agriculture*, September-October: 7-9.
- Rosenheim, J. A. , H. Kaya; L. Ehler, J.J. Marois & B.A. Jaffee. 1995. Intraguild Predation among Biological-Control Agents: Theory and Evidence. *Biological Control*, 5: 303-335. Polis et al. 1989.
- Ruzicka, Z. & J. Havelka. 1998. Effects of Oviposition-Detering Pheromone and Allomones on *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *European Journal of Entomology*, 95 : 211-216.
- Sabelis, M.W., 1992. Predatory Arthropods. P225-264 in M.JCrawley (red), *Naturels enemies*. Blackwell Scientist Publ., Boston, Massachusetts
- Sackett, T.E., C.M. Buddle. & C. Vincent. 2005. Effect of Kaolin on Fitness and Behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) Larvae *J. Econ. Entomol.* 98(5): 1648-1653.
- Saharaoui, L. & J.L. Hemptinne. 2009. Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera :Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algerie. *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 45 (2): 245-259
- Schlitz, O. J. 1998. Direct and Indirect Effects of Predation and Predation Risk in OldField Interaction Webs. *American Naturalist*, 151(4) : 327-342.
- Schoener, T. W. 1993. On the Relative Importance of Direct vs. Indirect Effects in Ecological Communities. In *Mutualism and community organization: behavioral, theoretical, and food-web approaches*. H. Kawanabe, I. E. Cohen, et K. Iwasaki (eds). p. 365-411. Oxford: Oxford University Press
- Sekkat, A. 2007. Les pucerons des agrumes au Maroc : reconnaissance et Dégâts. Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement, ENA, 18 décembre.
- Sekkat, A., 2008. Les pucerons des agrumes au Maroc. Symposium Méditerranéen sur la protection Phytosanitaire des agrumes. 9-11 juin 2008-Kenitra/Rabat-Maroc



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Sentis, A. 2008. Stratégie de ponte d'un prédateur furtif et conséquences pour la lutte biologique. Mémoire de Maîtrise (Master), Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 112 pp.
- Shopot, H. & Delluch V., 1964. Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Publication INRA, Rabat, 339p
- Shoukry, A. & M. Hafez. 1979. Study on the biologie of mediterranean fruit fly, *ceratitis capitata*. Ent.Exp.et Appl.26(1), pp:33-39.
- Showler, A. T. 2002: Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. J. Econ. Entomol. 95, 754–762
- Skirvin, D.J., M.E.D. William, J.S. Fenlon & K.D. Sunderland. 2002. Modelling the effects of plant species biocontrol effectiveness in ornamental nursery crops. Journal of applied Ecology 39:469-480.
- Smaili, C., M. Affellah, A. Rizqi & A. Aarab. 2000. Some biology elements of lepidosaphe beekii Newm (Hom., Diaspididae) in the Gharb area Morocco. Med. Fac.Landbouww. Gen 65/2a., 9 May. pp.281-290.
- Smaili, C., M. Affellah & A. Aarab. 2001. Biologie, écologie et lutte biologique de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Lep.(Gracillariidae) sur clémentinier dans la région du Gharb. 1^{ère} colloque de la région du Gharb Kénitra.
- Smaili, C., A. Blenzar & J.A. Boutaleb. 2008. Facteurs de mortalité du puceron noir de l'oranger *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Hom., Aphididae) sur agrumes dans la région nord du Gharb.
- Smaili, M.C., M. Sbaghi, J. Wadjinny & H. Fuersch. 2006. Contribution à la connaissance des espèces et variants des coccinelles (Coleoptera :coccinellidae) associés aux agrumes dans la région du Gharb du Loukkos. Proceedings du sième congrès de l'Assaociation Marocaine de Protection des Plantes, Novembre 2006, Rabat, Maroc. 179p.
- Smaili, M.C. et J. Wadjinny. 2008. Evaluation de la kaolinite comme insecticide naturels contre la cératite des agrumes *caraitis capitata* (Dip,Tephritidae) dans la region du Nord du Gharb. Symposium méditerranéen sur la protection phytosanitaire des agrumes. 9-11 juin 2008 ; Rabat, Maroc. 31p
- Smaili, M. C., A. Benzar & A. J. Boutaleb. 2009. Étude prospective de la ondation, de l'immigration et des facteurs de mortalité des colonies de pucerons noirs de l'oranger *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera : Aphididae) au nord du Gharb. *ecologia mediterranea* – Vol. 35
- Smirnoff. 1956. Les parasites et les prédateurs des cochenilles. Terres marocaines N°279.P :288-291.
- Smith, R. L. 1986. *Elements of Ecology, 2nd Edition*. New York: Harper et Row Publishers, 677 p.
- Smith, D., G. Beattie & R. Broadley. 1997. Citrus pest and their natural enemies Integrated pest management in Australia, Quesland Dept. of Industries QL 97001 ISSN.P: 277.
- Soares, A.O., D. Coderre & H. Schanderi. 2001. Influence of phenotype on fitness parameters of *Harmonia axyridis* Pallas (coleoptera :Coccinellidae). Eur. J. Entomol. 98,287-293.
- Soares, A.O., D. Coderre & H. Schanderi. 2003. Effect of temperature and intraspecific allometry on predation by two phenotypes of *Harmonia axyridis* pallas (Coleoptera :Coccinellidae). Env. Entomol. 32,939-944.



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
www.fst-usmba.ac.ma



- Soares, A.O. & A. Serpa . 2007. Interference competition between ladybird beetle adults (Coleoptera: Coccinellidae): effects on growth and reproductive Capacity.
- Stroyan, H.L.G. 1961. L'identification de los afidos que vive sobre citrus. Boletin fitosanitorio de la FAO, 9(4), pp : 46-66
- Talhok, A.S. 1974. Las plagas de los citricos en todo el mundo en 'los citricos' ,cibageigy Agroquimicos,pp : 21-27
- Teiko, M. J. 2001. La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais. Symposium sur les agrumes Chine/FAO 2001
- Tremblay, 1987. The parasitoide complexe (hym.: Ichneumonidae) of Toxoptera aurantii (Hom.:Aphididae) in the Méditerrananean area. Entomophaga 29: 203-210.
- Unruh, T. R., A. L. Knight, J. Upton, D. M .Glenn & G. J. Puterka. 2000. Particle films for suppression of the codling moth, Cydia pomonella (L.), in apple and pear orchards. J. Econ. Entomol. 93, 737-743.
- Urbaneja,A., P.Chueca, H.Monton, S.Pascual-Ruiz, O.Dembilio,P. Vanaclocha,R.Abad-Moyano,T. Pina & P.Castafiera. 2009. Chemical alternatives to Malathion for controlling Certitis capitata (Diptere: Tephritidae), and Their Side effects on natural enemies in Spanish Citrus orchards, journal of Economic Entomology: 144-151p.
- Vittorio & V.L.Delucchi. 1964. Troubles et ravageurs des agrumes au Maroc,Institut National de la Recherche Agronomique (INRA),Rabat,pp 75-86.
- Voynaud, L., 2008. Prédation intragilde entre prédateurs actif et furtif au sein d'une gilde aphidiphage. Mémoire de Maîtrise (Master), Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 85 pp.
- Ware ,A. 1994.The biology and control of citrus leafminer. Citrus Journal 4(4): 26-28.
- Werner, E. E. & B. R. Anholt. 1996. Predator-Induced Behavioral Indirect Effects Consequences to Competitive Interactions in Anuran Larvae. *Ecology*, 77: 157-169.
- Wilson, C.G. 1991. Notes on Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae) attacking four citrus varieties in Darwin. Journal of the Australian Entomological Society 30: 77-78.
- Wootton, J. T. 1994. The Nature and Consequences of Indirect Effects in Ecological Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 443-466.America. *Oecologia*, 141 : 722 -731.
- Wright, D.J. & R.H.J. Verkerk. 1995. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: evaluation in a multitrophic context. *Pestic. Sci.* 44 : 207-218.
- Wyss, E. C. C .Daniel., 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of Dysaphis plantaginea in apple orchards
- Yasuda H., E.W. Evans, Y. Kajita, K. Urakawa et T. Takizawa. 2004. Asymmetric larval interactions between introduced and indigenous ladybirds in North
- Yodzis P., 1988. The Indeterminacy of Ecological Interactions as Perceived through Perturbation Experiments. *Ecology*, 69:508-515.