

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA



FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master II en Science de la nature et de la vie

Option : biotechnologie des plantes aromatiques et médicinales et produits naturels

**Thème :**

**Étude éco-physiologique des interactions entre le pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas 1893 (Hémiptera, Diaspididae) et les agrumes dans une serre non éclairée en agronomie (Blida).**

Présenté par : **SENINET Ibtissem**

Devant le jury composé de :

EL HADID .	MCA	Président
BICHE .M	MCA	Examineur
MOUMENE. S	MAA	Examinatrice
BELGUENDOZ. R	MAA	Promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2010/2011

## Résumé

Les agrumes ont été souvent sujet d'attaque par plusieurs ravageurs notamment *Parlatoria ziziphi*. Cette cochenille cause l'affaiblissement et dessèchement progressive des arbres, ce qui se répercute sur la qualité et le rendement des fruits.

Notre travail porte sur la relation éco-physiologique de ce ravageur sur trois plantes hôtes (*Citrus limon*, *Citrus Washington Navel* et *Citrus clementina*) sous serre non éclairé dont l'objectif est de comprendre ces exigences nutritionnelles et climatique et l'impact du traitement fertilisant NPK sur sa population. Nos résultats ont révélés que la durée du cycle printanier de cette diaspine sous la dépendance du facteur ombre s'est allongée aux environ de 106 jours sur les trois plantes hôtes, la fécondité a descendu à un taux de 7 à 12 œufs par femelle, et sa plante hôte préférée est le citronnier ou elle a atteint un taux de 39,74%. L'étude des corrélations a montré qu'il y'a une corrélation positive entre le développement de cette cochenille et la teneur des feuilles des trois plantes hôtes en azote, en phosphore, en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés. Le traitement fertilisant par NPK (20-20-20) et l'infestation de *P. ziziphi* ont un effet positif sur la croissance apicale des plants.

**Mots clés :** Agrumes, ombre, *P. ziziphi*, NPK, croissance.

# *Abstract*

**Éco-physiological study of the interactions between the black louse of the orange tree *Parlatoria ziziphi* Lucas 1893 (Hémiptera, Diaspididae) and citrus fruits in nonenlightened greenhouse in agronomy (Blida).**

Citrus fruits are often subject to attack by several pests including *Parlatoria ziziphi*. The mealybug causes progressive weakening and drying out of the trees, which affects the quality and yield fruit.

Our work focuses on the eco-physiological relationship of this pest on three host plants (Citrus limon, Citrus Washington Navel and Citrus clementina) unlit glasshouse with the objective to understand the nutritional requirements and climate and the impact of NPK fertilizer treatment its people. Our results revealed that the cycle of the spring diaspine dependent factor shadow has grown to about 106 days on the three host plants, fertility has fallen to a rate of 7 to 12 eggs per female, and its preferred host plant is lemon or she has reached a rate of 39.74%. The study of correlations showed that There's a positive correlation between the development of this cochineal and content of the leaves of the three host plants in nitrogen, phosphorus, total protein, soluble protein and amino acids. NPK fertilizer treatment by (20-20-20) and the infestation of *P. ziziphi* have a positive effect on apical growth of the plants.

**Key words:** Citrus, shadow, *P. ziziphi*, NPK, growth.

## ملخص

غالبا ما تتعرض الحمضيات للهجوم من قبل العديد من الآفات بما في ذلك *Parlatoria .ziziphi* هذه **القشريات** **السوداء** سبب الضعف التدريجي وجفاف الأشجار ، مما يؤثر على نوعية الثمرة. عملنا يركز على العلاقة البيئية الفسيولوجية لهذه الآفة على النباتات المضيفة الثلاث (*Citrus limon, Citrus Washington Navel et Citrus clementina*) في البيوت الزجاجية المضاءة بهدف فهم الاحتياجات الغذائية والمناخية والآثار المترتبة على العلاج سماد NPK. كشفت نتائنا أن دورة الربيع ظل عامل تعتمد نمت الى نحو 106 يوم على النباتات المضيفة الثلاثة ، فقد انخفض معدل الخصوبة بين 7 و 12 بيضة في الأنثى ، و مصنعها المضيف المفضل هو الليمون أو أنها قد وصلت إلى نسبة 39.74 %. وأظهرت دراسة العلاقات المتبادلة أن هناك علاقة إيجابية بين تطور هذه قرمزي ومحتوى الأوراق من النباتات المضيفة الثلاثة في النيتروجين والفوسفور والبروتين الكلي والبروتين والأحماض الأمينية القابلة للذوبان. NPK العلاج الأسمدة بنسبة (20-20-20) وإصابة من *P. ziziphi* يكون لها تأثير إيجابي على النمو القمي من النباتات.

**الكلمات الرئيسية :** الحمضيات ، الظل ، *P. ziziphi* ، النيتروجين ، النمو.

## REMERCIEMENT

Avant tout, je remercie **Dieu** de m'avoir donné la force et le courage nécessaire pour réaliser ce travail.

Mes profonds remerciements à ma promotrice **BELGUENDOZ.R.** pour sa confiance, sa patience, ses nombreux conseils et son soutien constant tout au long de la réalisation de ma thèse.

Je tiens à exprimer mes remerciements et mes respects aux membres du jury de thèse d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail. Pour cela, j'exprime mon profond remerciement à **Mr EL HADI.D** d'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance, et **Mr BICHE.M** et **Mme MOUMENE.S** qui ont bien accepté de faire part du membre du jury.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements au chef d'option **Mme HOUMANI.Z** pour son aide.

Mes sincères remerciements vont également à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin pour effectuer ce modeste travail à savoir le personnel de **L'INRA** en particulier **Mme BOULAHBAL.W**, **Fatiha**, **Leila**, **Rachid**, **Omar** et **Mustapha**.

Mes remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des personnels de **l'ITAFV**.

A **Mme CHEBATA** et **Mme GHENAIE** pour leurs nombreux conseils et surtout leur encouragement.

Je remercie également tout le personnel administratif du département d'agronomie pour son service précieux.

J'aimerais aussi remercier tout mes amis qui m'ont accompagné et soutenu. Enfin, je remercie spécialement, du fond du cœur tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, pour leur soutien incroyable, leur patience et leur présence affectueuse à mes côtés jusqu'à la dernière minute.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux plus proches de mon cœur :

A la mémoire de mon père

A ma mère qui à fait tout pour réussir se travail

A ma chère sœur : Yasmina

A mon époux Rabie qui ma donner le soutient et la force  
pour réaliser ce travail

A mon grand père et ma grande mère

A mes tantes : Fatiha, Faiza et Soumia

A mes ancles : Djamel, Halim et Rachid et ses épouses :  
Safia, Amina et Zahira

A toute ma famille paternelle

A toute ma belle famille surtout ma belle mère  
Djamila et mon beau père Nor-eddine

A mes amies : Faiza, Hafida, Imen

A toute mes amies de l'option Biotechnologie des plantes  
aromatiques et médicinales et produits naturels

*\* Ibtissem\**

# SOMMAIRE

Introduction.....	11
Première partie : Données bibliographiques sur les agrumes	
Chapitre I : Présentation de la plante hôte.....	13
1. Origine et histoire des agrumes.....	13
2.Importance économique.....	14
3. Répartition géographique des agrumes.....	15
4. Situation du verger agrumicole Algérien.....	16
5. Classification botanique de clémentinier, citronnier et oranger.....	19
6. La phénologie des agrumes .....	21
7. Les exigences pédoclimatiques des agrumes.....	21
8. Etat phytosanitaire des agrumes .....	25
Chapitre II : Données bibliographique sur le ravageur : <i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas.....	28
1. Répartition géographique de <i>Parlatoria ziziphi</i> .....	28
2 .Position systématique .....	28
3. Description Morphologie.....	29
4. Caractéristiques biologiques .....	31
5. plantes hôtes.....	34
6. Impacte du climat sur <i>P. ziziphi</i> .....	34

7. Les ennemis naturels .....	35
8. Dégâts spécifique.....	35
9. Relation plante – insecte.....	36
10. Besoins nutritionnels de <i>P. ziziphi</i> .....	36
11. Lutte contre <i>Parlatoria ziziphi</i> .....	36
Deuxième partie : L'expérimentation	
Chapitre I : Matériels et méthodes.....	39
1. Présentation du climat de la région d'étude.....	39
2. Méthode et matériel d'étude .....	40
3. Exploitation des résultats.....	51
Chapitre II : Résultats et discussion.....	56
A. Impact de l'espèce hôte sur le développement et la distribution de <i>P. ziziphi</i> .....	56
A.1. Étude de la longévité de <i>P. ziziphi</i> .....	56
A.2. Variation de l'abondance de <i>P. ziziphi</i> sur les trois espèces de citrus étudiées ... ..	57
A.3. Effet de la plante hôte sur l'évolution temporelle des stades évolutifs de <i>P. ziziphi</i> .....	60
Discussion.....	62
B. Relation nutritionnelle entre le développement de <i>P. ziziphi</i> et sa plante hôte.....	65
B.1. Cas du citronnier.....	65
B.2. Cas d'oranger.....	71
B.3. Cas du clémentinier.....	78
Discussion.....	84
C. Caractéristiques physico-chimiques de sol expérimental.....	88
C.1. Caractéristiques pédologique.....	88

C.2.Résultats d'analyses physicochimique du sol .....	89
D.Etude de la variation de croissance selon la plante hôte.....	92
D.1.Etude de la variation globale de la croissance selon la plante hôte .....	92
D.2.Etude de la variation temporelle de la croissance selon la plante hôte.....	92
D.3.Variation des éléments chimiques (azote et phosphore) en fonction de la croissance des trois espèces.....	93
E.Effet du Traitement N.P.K.....	96
E.1.Effet de traitement N.P.K sur la croissance des plants .....	96
E.2.Effet du traitement sur la population de <i>P. ziziphi</i> .....	96
Discussion.....	97
Conclusion générale .....	103
Références bibliographiques .....	106
Annexes	

## Liste des tableaux

<b>Tableau n° 01 :</b> l'évolution des superficies, productions et rendements des agrumes par région de 2005/2009.....	18
<b>Tableau n° 02 :</b> Bilan des productions prévisionnelles agrumicoles (source ITAFV 2010/2011).....	18
<b>Tableau n° 03 :</b> Classification et caractéristiques botaniques de clémentinier, citronnier et oranger.....	19
<b>Tableau n° 04 :</b> Les exportations par les différentes parties de l'arbre d'agrumes des éléments N, P et K.....	25
<b>Tableau n° 05:</b> Les principaux ravageurs des agrumes.....	26
<b>Tableau 06:</b> La durée du passage d'un stade évolutif à un autre chez <i>P. ziziphi</i> selon la plante hôte.....	57
<b>Tableau 07 :</b> Analyse de la variance de l'évolution temporelle des stades évolutifs de <i>P. ziziphi</i> en fonction de ses plantes hôtes.....	60
<b>Tableau 08 :</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du citronnier en azote total et en phosphore totale.....	67
<b>Tableau 09:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du citronnier en azote total et en phosphore totale .....	68
<b>Tableau10 :</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du citronnier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	70
<b>Tableau 11:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du citronnier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	71
<b>Tableau 12:</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles d'oranger en azote total et en phosphore totale.....	73

<b>Tableau 13:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles d'oranger en azote total et en phosphore total .....	74
<b>Tableau 14:</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles d'oranger en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	76
<b>Tableau 15:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles d'oranger en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	77
<b>Tableau 16:</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du clémentinier en azote total et en phosphore total.....	79
<b>Tableau 17:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du clémentinier en azote total et en phosphore total.....	80
<b>Tableau 18:</b> Corrélation entre l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du clémentinier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	82
<b>Tableau 19:</b> Corrélation entre la fécondité de <i>P. ziziphi</i> et la teneur des feuilles du clémentinier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.....	83
<b>Tableau 20:</b> Caractéristiques physiques et chimiques des sols étudiés.....	88
<b>Tableau 21:</b> Résultats des analyses physicochimiques.....	89
<b>Tableau 22:</b> Résultats des analyses des éléments minéraux.....	90
<b>Tableau 23:</b> Corrélation entre la croissance du citronnier et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques.....	95
<b>Tableau 24:</b> Corrélation entre la croissance d'oranger et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques.....	95
<b>Tableau 25:</b> Corrélation entre la croissance du clémentinier et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques.....	95

<b>Tableau 26:</b> Tableau d'analyse de Test One Way ANOVA.....	96
<b>Tableau 27 :</b> Effet du traitement NPK sur la population de <i>P. ziziphi</i> des trois espèces.....	96
<b>Tableau 28 :</b> Normes d'interprétation du taux du calcaire totale du sol proposés par (GEPPA in BAIZE, 1088) .....	ANNEX
<b>Tableau 29:</b> Echelle d'interprétation du Ph eau (GAGNARD et al, 1988).....	ANNEX
<b>Tableau 30 :</b> Normes d'interprétation pour l'azote (CALVET et VELLEMIN, 1986) .....	ANNEX
<b>Tableau 31:</b> Normes d'interprétation du phosphore assimilables.....	ANNEX
<b>Tableau 32 :</b> Normes d'interprétation des résultats du diagnostique foliaire des agrumes cité par CHAPMAN (1960). .....	ANNEX
<b>Tableau 33 :</b> Taux de croissance à hauteur linéaires (Tch) pour les trois espèces étudiées.....	ANNEX

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b> Répartition géographique des agrumes dans le monde.....	17
<b>Figure 02 :</b> Répartition géographique des agrumes et de <i>P.ziziphi</i> en Algérie.....	31
<b>Figure 03 :</b> Les quantités annuelles d'azote nécessaire pour les agrumes.....	24
<b>Figure 04 :</b> Répartition géographique de <i>P.ziziphi</i> dans le monde.....	30
<b>Figure 05 :</b> cycle évolutif de <i>P. ziziphi</i> .....	33
<b>Figure 06:</b> Présentation des températures de l'année 2011 .....	40
<b>Figure 07 :</b> Présentation des nplants des trois espèces : a ( <i>Citrus limon</i> ), b ( <i>Citrus Washington Navel</i> ) et c ( <i>Citrus clementina</i> ).....	41
<b>Figure 08.a :</b> Fixation des rameaux infestés sur les plants sains.....	43
<b>Figure 08.b :</b> fixation de feuilles infestées sur des feuilles saines.....	43
<b>Figure 09:</b> Variation de l'abondance globale des populations de <i>P. ziziphi</i> sur les trois plantes hôtes.....	57
<b>Figure 10:</b> Variation de l'abondance temporelle de <i>P. ziziphi</i> sur les trois plantes hôte.....	58
<b>Figure 11:</b> Variation de l'abondance des stades de développement de <i>P. ziziphi</i> sur les trois plantes hôtes.....	59
<b>Figure 12:</b> La variabilité de la fécondité selon la plante hôte (a) et la période d'étude (b) .....	59
<b>Figure 13:</b> L'évolution temporelle des stades évolutifs de <i>P. ziziphi</i> en modèle GLM selon la plante hôte.....	61
<b>Figure 14 :</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier.....	65

<b>Figure 15:</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier.....	67
<b>Figure 16 :</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en acides aminés, en protéines totales et en protéines hydrosolubles des feuilles du citronnier.....	68
<b>Figure 17:</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en éléments biochimiques des feuilles du citronnier.....	70
<b>Figure 18 :</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles d’oranger.....	71
<b>Figure 19 :</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier.....	74
<b>Figure 20 :</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en protéines totaux, protéines hydrosolubles et acides aminés des feuilles d’oranger.....	75
<b>Figure 21 :</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés des feuilles d’oranger.....	77
<b>Figure 22 :</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du clémentinier.....	78
<b>Figure 23:</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du clémentinier.....	80
<b>Figure 24:</b> Fluctuations des différents stades biologiques de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en protéines totaux, protéines hydrosolubles et acides aminés des feuilles du clémentinier.....	81
<b>Figure 25:</b> Fluctuations de la fécondité de <i>P. ziziphi</i> en fonction de la teneur en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés des feuilles du clémentinier.....	83

<b>Figure 26 :</b> variation globale de la croissance selon la plante hôte.....	92
<b>Figure 27:</b> variation temporelle de taux de croissance à hauteur linéaire des trois espèces .....	92
<b>Figure 28:</b> Fluctuation des éléments chimiques et biochimiques en fonction de la croissance du citronnier(a), d'oranger (b) et du clémentinier (c).....	93

## Liste des abréviations

**DSA** : Direction des services agricoles.

**FNDA** : Fondation National de Développement Agricole.

**ha** : hectare.

**ITAFV** : Institut national d'arboriculture fruitier et de la vigne.

**MT** : million de tonne.

**Max en °C** : Température maximale en degré siliceuse .

**min en °C** : Température minimale en degré siliceuse.

**Max+min/2 en °C** : moyenne de température maximale et minimale en degré siliceuse.

**Qx** : quinto.

# INTRODUCTION

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale à travers le monde entier. Les agrumes, en particulier, ont une grande importance dans le développement économique et social des pays producteurs. Ils constituent les produits d'exportation et de transformation en divers dérivés tels que les jus, confitures, essences, comme ils peuvent être une source d'emploi (Loussert, 1989).

Le bassin méditerranéen est la principale zone de production des agrumes; l'Espagne, le Maroc et l'Algérie en sont les grands producteurs (Loussert 1989).

La culture des agrumes représente, en Algérie, un segment stratégique de grande importance de part la place qu'elle occupe dans l'économie agricole et des niveaux de production en fruits commercialisés.

Malgré les possibilités d'irrigation et les caractéristiques pédoclimatiques dont disposent les vergers Algériens, ils sont sujets à plusieurs contraintes d'ordre hydrique, technique, et sanitaire qui ont fait que diminuer la production agrumicole. Les résultats tant techniques qu'économiques justifient l'attention qu'on doit apporter à cette culture qui connaît sans cesse de nouveaux problèmes.

Le vieillissement du verger a accéléré la multiplication de nombreux parasites qui ont contribué à l'altération quantitative et qualitative des produits (Benassy et Soria., 1964 Chapot., et Delucchi., 1964). De part les insectes nuisibles, les cochenilles qui constituent un problème majeur. Elles engendrent des pertes économiques non négligeables lorsqu'elles entraînent la chute des feuilles, le dessèchement des rameaux ou en affectant la qualité des fruits.

L'état actuel des vergers d'agrumes, sous l'effet de la sécheresse enregistrée a favorisé la multiplication de nombreux insectes.

Ainsi beaucoup de travaux de bioécologie et relation d'écophysiologie de quelques diaspines ont été réalisés sur les cochenilles en Mitidja, particulièrement, ceux effectués par Balashowsky (1953), Benassy (1975), Lasnami (1992), et Ouzzani (1997).

Notre travail consiste à étudier la relation éco-physiologique de *Parlatoria ziziphi* sur trois plantes hôtes (*Citrus limon*, *Citrus Washington Navel* et *Citrus clementina*) sous serre non éclairé en vue de comprendre ces exigences alimentaires en éléments biochimiques (protéines totales, protéines hydrosolubles et acides aminés) et climatique (lumière) et d'étudier l'impact du traitement fertilisant NPK sur l'évolution des différents stades de la cochenille.

Pour cela, nous avons adopté une méthodologie de recherche en deux parties, une théorique et l'autre pratique :

- La première partie comprend deux chapitres : Présentation de la plante hôte et du ravageur (*Parlatoria ziziphi*).
- Une deuxième qui comprend trois chapitre : en premier la présentation du matériels et des méthodes utilisés d'analyses chimiques et biochimiques du contenu des feuilles, en deuxième, présentation des résultats et discussion et enfin, une conclusion général.

## Chapitre I : Présentation de la plante hôte

### 1-Origine et histoire des agrumes :

Les agrumes, appelés aussi hespéridés, sont des arbres fruitiers cultivés sous nos climats tempérés, ils sont originaires d'Asie subtropicale et plus particulièrement d'une zone allant du nord-est de l'Inde jusqu'au nord de l'Indonésie, en passant par le Myanmar (Birmanie) et le sud de la Chine. (Camille *et al*, 2009)

En dehors du sud-est asiatique, le Bassin méditerranéen est considéré à juste titre comme le tremplin de la diffusion de la culture des agrumes à travers le monde. (Camille *et al*, 2009)

L'origine des agrumes se situe en Chine, Indonésie et Inde où des traces de leur culture ont été trouvées dès le septième siècle avant J.C. (Fabrice *et al*, 2007).

Ces fruits étaient connus en Chine entre 2400 et 800 avant J.-C., antérieurs à 800 pour l'Inde. Ils apparaissent dans le Bassin Méditerranéen dès l'Antiquité. C'est à partir du bassin Méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent largement diffusés. (Camille *et al*, 2009)

Praloran (1971) et Loussert (1989), déclarent qu'au X<sup>ème</sup> siècle, les navigateurs arabes les propagèrent sur les côtes Orientales de l'Afrique jusqu'au Mozambique. En 1493, Christophe Colomb les a introduits en Haïti, l'île des mères des caraïbes à partir de laquelle la diffusion a été faite vers le Mexique (1518), puis les Etats-Unis d'Amérique (de 1560 à 1890). Les Anglo-thaïlandais en 1654 ont introduit les premiers agrumes dans la propice du Cap en Afrique de Sud.

Le citronnier est probablement originaire, comme beaucoup d'agrumes, du Sud-est de l'Himalaya, de l'Assam et du Nord de la Birmanie. (Fabrice *et al*, 2007). Les citrons furent soit introduits au début du Moyen Âge par les arabes en Afrique du Nord et dans le sud de l'Europe, soit ramenés un peu plus tard de Terre sainte par les Croisés qui les propagèrent en Europe. (Polese, 2005)

L'orange " Washington Navel" est originaire de Bahia au Brésil (introduit à Washington en 1870). C'est une variété précoce issue d'une mutation unique en 1820. (Anonyme 1)

L'origine du clémentinier est toujours controversée ; pour certains tels que Trabut (1926), Rebour (1945) et Hadj Sahraoui (2007), il serait issu d'un croisement au hasard entre le Mandarinier commun et le Bigaradier Granito. Cet hybride a été découvert à Misserghin (Oran) en Algérie au début du XX<sup>e</sup> siècle par le Père Clément. Pour d'autres, tels que Tanaka (1961), Chapot (1963) et Weber (1967) in Loussert (1989), il s'agirait d'une variété de mandarinier probablement originaire d'Extrême-Orient du fait de sa ressemblance avec certains mandariniers.

En Algérie, ce n'est qu'avec l'arrivée des Français que cette culture a connu un essor considérable, particulièrement dans la région de Boufarik, qui produit les premières exportations vers 1849.

## **2-Importance économique :**

Les agrumes constituent un produit agricole essentiel assurant des sources nationales de revenus et d'emplois dans les zones rurales et périurbaines. Comme se sont des plantes ornementales, ils contribuent à la création d'agro écosystèmes plus stables et à la protection de l'environnement. (Anonyme 2). Comme elle présentent une importance économique considérable en tant que culture de rapport dans de nombreux pays, en tant que produit d'exportation dans la plupart d'entre eux et enfin comme source d'emploi et d'activité économique. (Ferhat *et al*, 2010)

### **\*Dans le monde**

La production et la consommation mondiales d'agrumes ont connu une période de forte croissance depuis le milieu des années 80. La production d'oranges, de clémentines tangerines et de citrons et limes s'est développée rapidement. (Thomas, 2010)

La production mondiale d'agrumes se situe autour de 100 Millions de tonnes (MT), dont 60 MT sont consommés localement en frais, 30 MT sont destinés à la transformation et 10 MT à l'exportation. (Lebdi Grissa, 2010 et Fabrice *et al*, 2007).

Elle comprend 62 MT d'oranges (Navel, Maltaises, sanguines, Valencia late...), 22 MT de petits fruits (Satusma, Clémentines, Mandarines, Wiking...), 12 MT de limons (Citrons, Limes) et 12 MT de pamplemousses. Dans la région méditerranéenne, 16 à 17 MT sont produites par les 12 pays membres du Comité de Liaison des Agrumes Méditerranéens (CLAM). (Lebdi Grissa, 2010)

Les deux pays producteurs d'agrumes les plus importants qui sont le Brésil et les États-Unis devraient maintenir leur domination du marché. D'autres pays producteurs d'Amérique latine tels que l'Argentine, le Mexique, Cuba, le Belize et le Costa Rica devraient également continuer de développer leur production, mais à un rythme moins rapide. A part l'Espagne, les pays européens producteurs devraient continuer de connaître de légers déclin de leur production. (Thomas, 2010)

**\*En Algérie :**

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour l'Algérie où elles constituent une source d'emploi et d'activité économique aussi bien dans les secteurs agricoles que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation, transport, etc.....) (Ferhat *et al*, 2010).

La culture des agrumes revêt une importance stratégique pour l'Algérie comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles.

L'accroissement notable des surfaces plantées date de l'arrivée des Français en Algérie, mais cette évolution ne s'est manifestée qu'avec une certaine lenteur jusqu'à ces dernières années (Rebour, 1945).

Au cours des 20 dernières années de colonisation, l'agrumiculture algérienne a pris une place croissante dans la production agricole. En 1960, les agrumes représentaient 20% de la production totale. En 1962-1963, dans les conditions difficiles, l'Algérie a pris en charge ce verger dans la nécessité de cacher un certain nombre de faiblesses (Mutin, 1969).

### **3- Répartition géographique des agrumes :**

#### **\*Dans le monde :**

Ce sont les conditions climatiques qui favorisent la diffusion de la culture des agrumes qui s'étend des zones tempérées chaudes aux zones tropicales.

Les agrumes sont aujourd'hui distribués dans toutes les parties du monde comprises entre l'équateur et des latitudes légèrement supérieures à 40°. (Fabrice *et al*, 2007 et Camille *et al*, 2009).

Les agrumes auraient été diffusés au Moyen-Orient, puis dans les pays méditerranéens, par les échanges commerciaux de l'antiquité et jusqu'à nos jours. C'est ainsi, qu'à la fin du 16<sup>ème</sup> siècle, les agrumes à l'exception du mandarinier, s'étaient répandus dans presque toutes les régions tropicales et subtropicales (Parfonry, 2001). (Figure 01)

#### **\*En Algérie :**

Le verger agrumicole Algérien est particulièrement concentré dans les plaines littorales et sublittorales où les conditions de sol et de climats sont favorables.

Les trois grandes régions de répartitions (est, centre et ouest) sont représentées dans la figure 02.

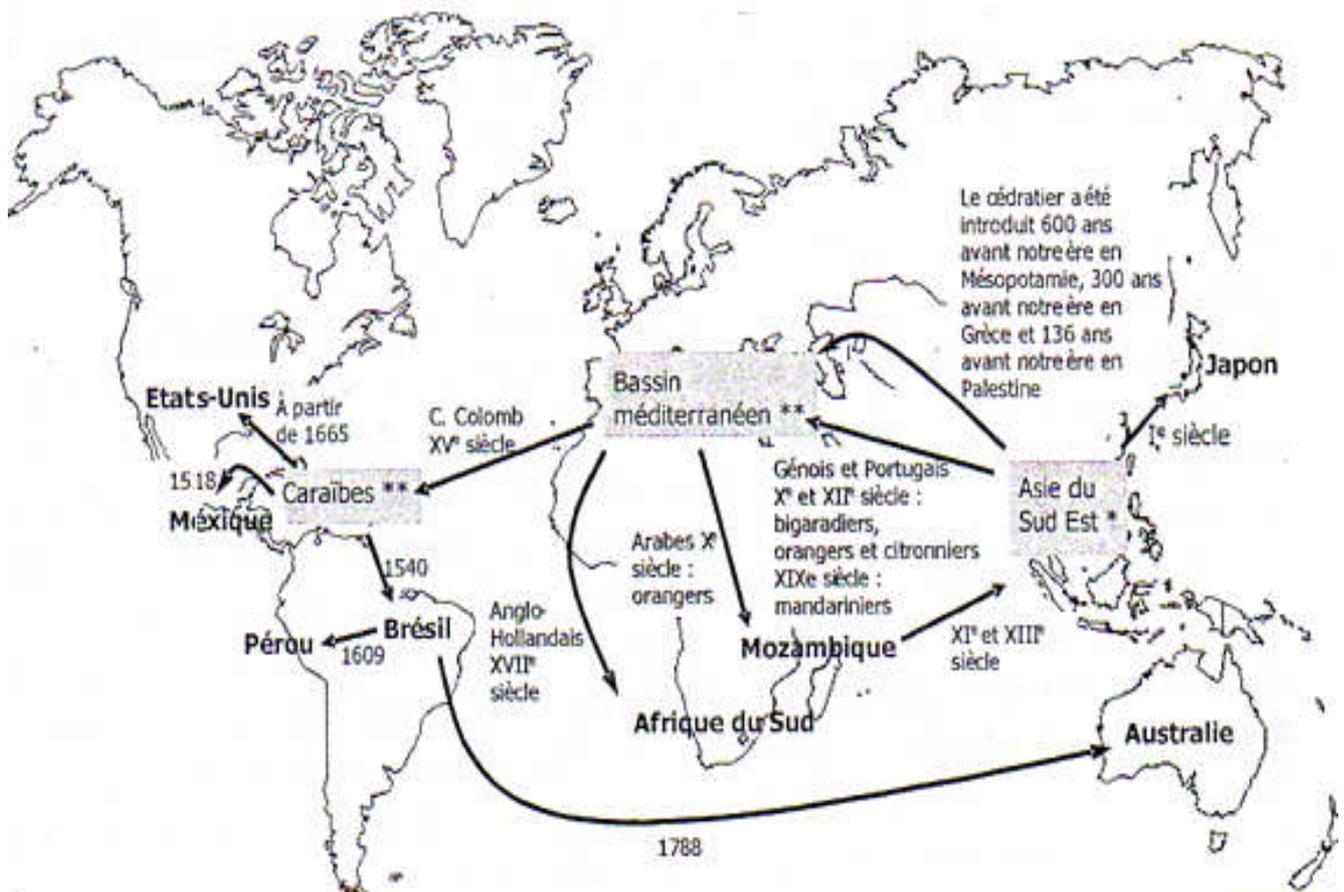
### **4-Situation du verger agrumicole Algérien :**

Le verger agrumicole algérien occupe une superficie de 54905,81 ha en 2010, répartie en 6 grands groupes dont le plus important est celui des Orangers avec 46426 ha qui représente 72,36 % de la superficie totale suivi du groupe des clémentiniers avec 10381 ha, soit 16,18 % (source DSA, 2010).

La production agrumicole moyenne durant la dernière décennie (2005-2009) était de 6157257qx, Cette production est augmenté de 2201495qx soit un taux de croissance avoisinant les 35,75% Cette évolution est très significative, elle est due particulièrement à deux facteurs principaux:

- 1- entretien des vergers plus ou moins approprié;
- 2- l'entrée en production des jeunes vergers réalisés dans le cadre du FNRDA courant des années 2000 à 2002. (Anonyme 3)

Le rendement moyen enregistré durant 2005-2009 était de 116qx/ha avec une évolution de l'ordre de 13qx/ha, soit un taux de 11,20%. Nous constatons que malgré cette évolution positive des rendements (126qx/ha), néanmoins ce rendement reste toujours très loin de la norme moyenne de production. (Anonyme 3)



\* Centre d'origine et aire de répartition primaire  
 \*\* Aires de répartition secondaires

**Figure 01** : Répartition géographique des agrumes dans le monde (Camille *et al*, 2009)

**Tableau n° 01 : l'évolution des superficies, productions et rendements des agrumes par région de 2005/2009**

Région	Années	2005	2006	2007	2008	2009
Est	Superficies (ha)	6111	6145	6132	6156	6265
	Productions (qx)	567580	624300	616635	652837	727280
	Rendement (qx/ha)	80	85	138	90	109
Centre	Superficies (ha)	30512	31120	31329	31554	32010
	Productions (qx)	3353490	3893610	3774035	4005743	4483410
	Rendement (qx/ha)	143	134	140	142	155
Ouest	Superficies (ha)	16338	16324	16453	16664	16485
	Productions (qx)	1255990	1324345	1651965	1687200	2167865
	Rendement (qx/ha)	101	93	97	93	109

La campagne agrumicole 2010/2011 s'annonce satisfaisante suite aux prévisions de récolte avancées par les différentes wilayas agrumicoles néanmoins, les prévisions de production restent toujours faibles et en dessous du niveau de production normatif ; quant aux rendements varient d'une région à une autre et d'une wilaya à une autre en fonction des facteurs exogènes (climat, ressources hydriques, etc....). (Anonyme 3)

**Tableau n° 02 : Bilan des productions prévisionnelles agrumicoles (source ITAFV 2010/2011)**

Régions	Sup totales (ha)	Sup en rapport (ha)	Prévisions de récolte (qx/ha)	Rendements (qx)
Total Centre	32153,56	26637,83	4984484	140
Total Ouest	16503,5	14103	1766097	92
Total Est	6248,75	5191,55	773364	120
<b>Total Général</b>	<b>54905,81</b>	<b>45932,38</b>	<b>7523945</b>	<b>164</b>

## **5-Classification et caractéristiques botaniques de clémentinier, citronnier et oranger :**

**Tableau n° 03 :** Classification et caractéristiques botaniques de clémentinier, citronnier et oranger

	<b>Citronnier</b>	<b>Oranger</b>	<b>Clémentinier</b>
<b>Classification botanique</b>			
<b>Ordre</b>	Géraniale	Géraniale	Géraniale
<b>Famille</b>	Rutaceae	Rutaceae	Rutaceae
<b>Genre</b>	Citrus	Citrus	Citrus
<b>Espèce</b>	<i>Citrus limon</i>	<i>Citrus Washington Navel</i>	<i>Citrus clementina</i>
<b>Caractéristique botanique</b>			
<b>Arbre</b>	rigoureux, à port étalé, à grand développement, 2-7m de haut.	Aspect sphérique, port rond, croissance rapide, peut atteindre 10m de hauteur.	Vigoureux, petit.
<b>Rameaux</b>	Flexibles, épaisses, rigides, plus au moins couverts d'épines.	généralement pourvus d'épines.	Fins, érigé et dense, souvent épineux.
<b>Feuilles</b>	Grandes, lancéolés, soumet aigu, plus au moins dentées, vert clair vif, pétiole ailé étroit.	ovales, lancéolées, luisantes, dont le pétiole est ailé.	Allongé, pointues, vert brillant, aux pétioles légèrement ailés, denses et persistante.
<b>Fleurs</b>	solitaires ou fasciculées, groupées en inflorescence, de grande taille.	pétales blancs délicatement odoriférantes, apparaissent en toute saison.	Petites, blanches, très parfumées, solitaires ou en petits bouquets.
<b>Fruits</b>	de 7-15cm de long, 5-7cm de large, de forme ovale avec un mamelon à la partie inférieur.	relativement gros, sphériques et sans pépins, de 7 à 10 cm de diamètre, écorce orange foncé légèrement rugueuse.	mesurent 7 à 10 cm de diamètre, aplatis-arrondis, la peau est brillante, orangé rougeâtre, finement granulée.

## **6-La phénologie des agrumes :**

Selon Praloran (1971), le cycle végétatif des agrumes peut se décomposer en six périodes principales :

1. La pousse végétative: on trouve trois pousses végétatives chez les agrumes :

- a. La pousse de printemps, (fin Février -début de Mai) : elle est la pousse la plus importante, non seulement par le nombre et la longueur des rameaux émis, mais aussi par le fait qu'elle est la pousse florifère;
- b. La pousse d'été, (Juillet – Août): elle est en général moins importante que les pousses de printemps et d'automne. (Loussert, 1987);
- c. La pousse d'automne, (Octobre - fin Novembre) : elle assure le renouvellement des feuilles.

2. La floraison : Elle a lieu en printemps (fin Mars, début Mai). Le nombre de fleurs portées par un arbre est très important. Il est estimé pour un arbre adulte d'orange à 60000 (Loussert, 1987), mais seulement 1% de ces fleurs donnera des fruits;

3. La pollinisation et la fécondation : Elle a lieu durant les mois Mai et Juin ;

4. La nouaison : Elle vient après la fécondation. C'est la première étape de développement des fruits;

5. Le grossissement du fruit est très rapide après sa nouaison. Il a lieu en Mai-Juin, il dépend de l'âge de l'arbre, des conditions climatiques et de l'alimentation hydrique;

6. La maturité : Le fruit atteint son calibre final en Octobre, après une continuité de grossissement pendant Juillet- Août -Septembre. La maturité est marquée par un changement de couleur et par la qualité de la teneur en jus de sa pulpe.

## **7-Les exigences pédoclimatiques des agrumes :**

Aujourd'hui les agrumes sont cultivés dans des zones climatiques très diverses et souvent différentes de celles de leurs aires d'origine (Fabrice *et al*, 1999 ; Fabrice *et al*, 2007).

## **7-1-les exigences climatiques :**

### **a-La température :**

Les températures moyennes favorables pour les agrumes sont de 10 à 12°C en hiver et de 22 à 24°C en été. (Lebdi Grissa, 2010).

La culture des agrumes est possible dans toutes les régions où la température est comprise entre 13 et 30°C ; les températures optimales de végétation de la fin du printemps au début de l'automne sont de l'ordre de 22 à 26°C au-delà de 30 à 32°C on constate un arrêt de végétation des arbres (Loussert, 1985).

La plupart des agrumes ne supportent pas ou très mal les températures en dessous de 0°C. Entre 0 et 10°C, l'arbre est en repos végétatif.

### **b-La pluviométrie :**

Selon Lebdi Grissa.k (2010), le climat méditerranéen est irrégulier pour la pluviométrie avec 2 périodes:

- Une période humide et fraîche allant de septembre à mars, durant laquelle les quantités de pluies tombées fournissent environ les 2/3 des quantités totales ce qui permet d'améliorer le calibre des fruits et leur teneur en jus, lave le feuillage, améliore la photosynthèse, constitue une réserve d'eau au niveau du sol et contribue à lutter contre l'accumulation et la remontée des sels.
- Une période chaude et sèche allant d'avril à août qui coïncide au niveau de l'arbre à des périodes de croissances végétatives, de floraison, de fécondation, de nouaison et de croissance des fruits qui nécessitent de grands besoins en eau.

Les agrumes sont exigeants en eau et surtout à leur régularité des apports. Ces besoins sont d'environ 1500 mm d'eau par an (Fabrice *et al*, 1999).

Selon Loussert (1987), la mauvaise répartition des pluies, l'insuffisance des précipitations et la capacité de la réserve en eau du sol sont les facteurs les plus déterminants à la culture d'agrumes.

### **c-Autres facteurs climatiques :**

Les conditions d'humidité de l'air très variables s'accommodent par les agrumes. Cependant, les niveaux élevés améliorent la qualité des fruits mais elle favorise la pullulation des cochenilles, et donc le développement de la fumagine et des moisissures (Rebour, 1950).

Alors que si l'humidité de l'air est insuffisante, la transpiration du végétal est élevée et ses besoins en eau augmentent ; cette faible humidité de l'air peut être amplifiée par des vents chauds desséchants pouvant provoquer des brûlures sur les feuilles et les fruits (Loussert, 1987) et Fabrice *et al*, 1999).

Loussert (1987) déclarent que, dans certaines vallées la grêle provoque des dégâts importants, les oranges sont fréquents en automne et en hiver.

Les agrumes ne sont pas trop sensibles aux vents. Seul les vents bourrasques violentes (>120Km/h) entraînent des défoliations et des chutes des fruits.

### **7-2-Les exigences édaphiques:**

Le sol pour les agrumes est à la fois un support pour l'arbre et un réservoir d'éléments minéraux pour sa nutrition.

#### **a-Qualités agro-physiques des sols agrumicoles :**

Les agrumes peuvent être cultivés sur une très large gamme de types de sol. On estime cependant que les sols les plus aptes à l'agrumiculture doivent être composés de :

- ✓ 5 à 20% d'argile (particule < 2 $\mu$ )
- ✓ 15 à 20% de limon (particule de 2 à 50 $\mu$ )
- ✓ 20 à 30% de sable fin (particule de 50 à 200 $\mu$ )
- ✓ 30 à 50% de sable grossier (particule > 200 $\mu$ )

Les meilleures conditions pour les agrumes consistent en une terre perméables, légère, bien exposés, drainés et d'une profondeur de 1m (Clement, 1987).

## b. Les qualités agro-chimiques des sols agrumicoles :

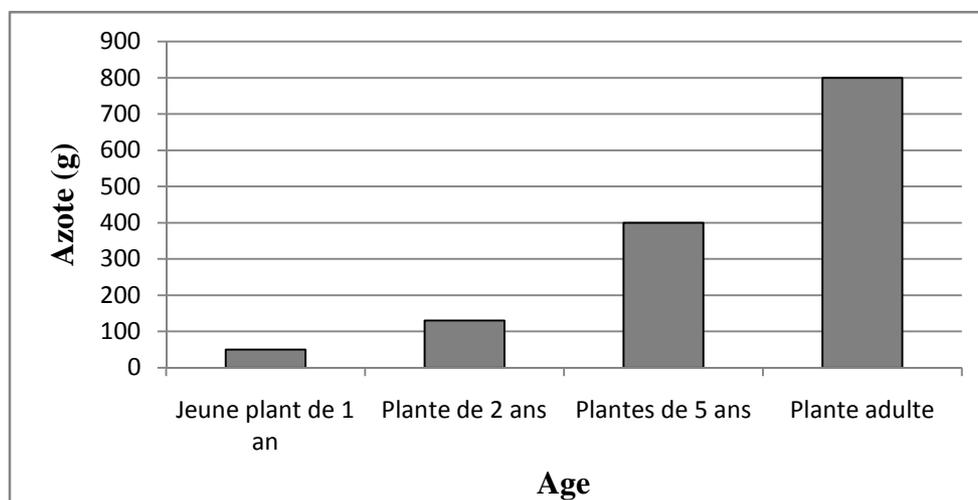
### \*La fertilisation :

Les besoins minéraux dépendent de la croissance des arbres et des quantités de fruits exportés hors de la parcelle. Ces besoins varient donc en fonction des espèces, de l'âge des arbres et des niveaux de production, mais ils restent plus ou moins proportionnels au rendement en fruits. (Pierre *et al*, 2006)

Les agrumes sont gourmands en éléments fertilisants et surtout en azote. Ce n'est qu'en fertilisant le sol qu'on pourra avoir un arbre qui produira de beaux fruits, aura un beaux feuillage et résistera mieux aux diverses attaques d'insectes ou aux maladies. (Polese, 2005)

Le plus simple est d'utiliser un engrais complet de formule équilibrée qui apporte les trois principaux éléments fertilisants : azote, phosphore et potasse. La quantité annuelle d'azote nécessaire pour les agrumes et qu'ils doivent absolument trouver dans le sol sont présentés dans le tableau 03.

**Figure n°03 :** Les quantités annuelles d'azote nécessaire pour les agrumes : (Polese, 2005)



Pour les autres éléments, les besoins annuels pour un arbre adulte sont de 200 g d'acide phosphorique et 400 g de potassium.

L'objectif de la fertilisation est de compenser les exportations en éléments minéraux du sol par les plants d'agrumes durant leur cycle de développement (tableau 05).

**Tableau n° 04 :** Les exportations par les différentes parties de l'arbre d'agrumes des éléments N, P et K (Lebdi Grissa, 2010) :

En %	N	P	K
Feuilles	2,20	0,015	1,44
Pousses	1,00	0,18	0,75
Rameaux	0,64	0,11	0,48
Tronc	0,40	0,07	0,22
Charpente	0,28	0,10	0,54
Racines	0,82	0,13	0,28

Cette majoration dépend de la nature du sol, de la conduite du verger, du travail du sol et de l'irrigation. On doit tenir compte également de la variation des besoins en minéraux en fonction des stades critiques de développement annuel de l'arbre: débourrement, début floraison, nouaison, après chute naturelle, grossissement des fruits et après récolte.

La composante de la formule de fertilisation est fonction du stade physiologique des arbres est:

- Au démarrage de la végétation: une composition complète en N-P-K avec une teneur élevée en phosphore et en azote
- Au développement végétatif: une composition complète en N-P-K avec une teneur élevée en azote
- A la fructification: une composition complète en N-P-K avec une teneur élevée en potassium

### **8-Etat phytosanitaire des agrumes :**

En culture, les agrumes sont très sensibles à de nombreuses maladies et animaux ravageurs, qui cause des dégâts énormes et influe sur la rentabilité des vergers d'agrumes Algérien. Dans cette partie nous évoquerons les principales maladies et ravageurs animaux rencontrés régulièrement par les agrumiculteurs dans leurs vergers.

## **8-1- Maladies des agrumes :**

### **8-1-1- Maladies cryptogamiques :**

D'après Bailly *et al* (1990), ces maladies s'attaquent aux différents organes végétatifs des agrumes (racines, troncs, feuilles, fleurs, fruits,...) qui sont économiquement très importants, les principales sont : La gombose, Le mal secco, L'anthracnose, Les moisissures, les pourritures des fruits et La fumagine.

### **8-1-2- Maladies bactériennes :**

La bactériose des agrumes est provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae* VANHALL. Cette maladie se manifeste surtout sur les feuilles et les rameaux. Les attaques sur fruits sont observées sur citronnier. (Loussert, 1989)

De nombreuses maladies bactériennes présentant des aspects très divers peuvent se développer sur agrumes, parmi lesquelles, nous citons le cancer des Citrus dont l'agent causal est *Phytomonas citri* HASSE.

### **8-1-3- Maladies virales :**

Les maladies à virus sont considérées comme les plus graves affections qui peuvent atteindre les agrumes ; leur action néfaste provoque le dépérissement complet, soit des arbres isolés, ou des plantations toutes entières (Anonyme 4).

Les viroses des agrumes peuvent être transmises de diverses manières : par greffage, par la graine, par les insectes vecteurs et par la sève. (Praloran, 1971)

Selon Praloran (1971) les principales viroses constituant une menace pour l'agrumiculture sont : la Tristeza, les Poroses, l'Exocortis, la Xyloporose, le Stubborn, l'Impietratura et le Cristacortis

## **8-2- Ravageurs des agrumes :**

**Tableau n° 05 :** Les principaux ravageurs des agrumes

	<b>Ravageurs</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Parties infectés</b>	<b>Dégâts causés</b>	<b>Références</b>
<b>Pucerons</b>	<i>Toxoptera aurantii</i> , <i>Aphis Citricola</i> , <i>Aphis Gossypii</i> , <i>Aphis Craccivora</i> , <i>Myzus Persicae</i> , <i>Macrosiphumu euphorbiae</i> et <i>Brachycandus Helichrysi</i>	Colonies denses serrées	-Feuilles  -Jeunes pousses	-Avortement des fleurs  -Déformation des fruits  -formation de la fumagine sur les feuilles  -Ralentissement de la croissance des rameaux	Anonyme, 4 et Bailly et al, 1990
<b>Cochenilles</b>	<i>Saissetia oleae</i> ,  <i>Coccus hesperidum</i> , <i>Ceroplastes sinensis</i> , <i>Aonidiella aurantii</i> , <i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	Insectes piqueurs suceurs recouverts soit d'un petit bouclier de formes et de colorations variables soit d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse	-Fruits  -Feuilles	-Dépréciations des fruits  -Affermissements sur l'arbre qu'elles pullulent  - jaunissement des feuilles accompagné bien souvent de fumagine.	Balachowsky, 1953
<b>Acariens</b>	<i>Hemitarsonemus latus</i> , <i>Aceria sheldoni</i>	Minuscules ravageurs	-Organes végétaux	-Nécrose  -Décoloration  -Déformation  -Chute	Anonyme 4

Thrips	<i>Citriovir pertinaciae</i>	Petits insectes de 1 à 3mm, de forme allongée	-Fruits  -Feuilles	-Lésions des tissus  -Déformation des fruits  -Décoloration des parties atteintes des feuilles	Anonyme 4
--------	------------------------------	---	--------------------------	---	-----------

## **Chapitre II : Données bibliographique sur le ravageur : *Parlatoria ziziphi* Lucas.**

### **1-Répartition géographique de *Parlatoria ziziphi* :**

#### **\* Dans le monde :**

D'après Delassus (1931), *P. ziziphi* est originaire de la Chine. Géographiquement elle est très répandue dans le monde. D'après (Panis, 1990 in Mouandza, 1990), elle est cosmopolite. Elle a été signalée dans presque toutes les plantations d'agrumes, sous climat subtropical équatorial. Son aire de répartition comprend le Japon, la Chine, la Formose, les Philippines, l'Australie, les Etats-Unis, l'Argentine et la Turquie.

C'est une espèce à très grande répartition géographique qui s'étend des littoraux atlantiques méditerranéens aux grandes plaines, mais elle ne pullule que dans les endroits qui sont à l'abri des vents et de la forte luminosité (Chapot et Deluchi 1964). La première signalisation du pou noir au Maroc à 1919, l'époque à laquelle la cochenille fut notée dans la région de Fès. (Figure 05)

#### **\*En Algérie :**

En Algérie, Balashowsky (1932) et Ouzzani (1984) affirment que l'espèce pullule dans tous les vergers d'agrumes de la plaine de la Mitidja. Comme elle pullule aussi dans les zones agrumicoles de Mohammadia (Zellat, 1989). (Figure 02)

### **2-Position systématique :**

La systématique des cochenilles a été établie pour la première fois par Targioni et Tozetti en 1869, suivie de celle Signoret de 1969-1976.

Plusieurs essais de classification ont été proposés, dont ceux de Balachowsky (1953); basé exclusivement sur les caractères morphologiques des males et des femelles.

La classification est la suivante :

Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Antennates
Classe	Insecta
Supère classe	Hemipteroïdes
Ordre	Homoptera
Supère famille	Coccidea
Famille	Diaspididae
Sous famille	Diaspidinae
Tribu	Parlatorini
Genre	<b>Parlatoria</b>
Espèce	<i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas

### 3-Description morphologique :

#### 3-1-L'œuf :

Les œufs de forme ovale et de couleur violette pâle sont rangés transversalement en deux séries parallèles (Chapot et Delucchi, 1964). Ils mesurent 0,18 à 0,25mm de longueur.

#### 3-2-Les larves :

Les larves néonates sont de petites tailles, très mobiles et d'une très grande activité. Ces larves peuvent être transportées par le vent pour assurer la contamination des arbres voisins. (Sigwalt, 1971).

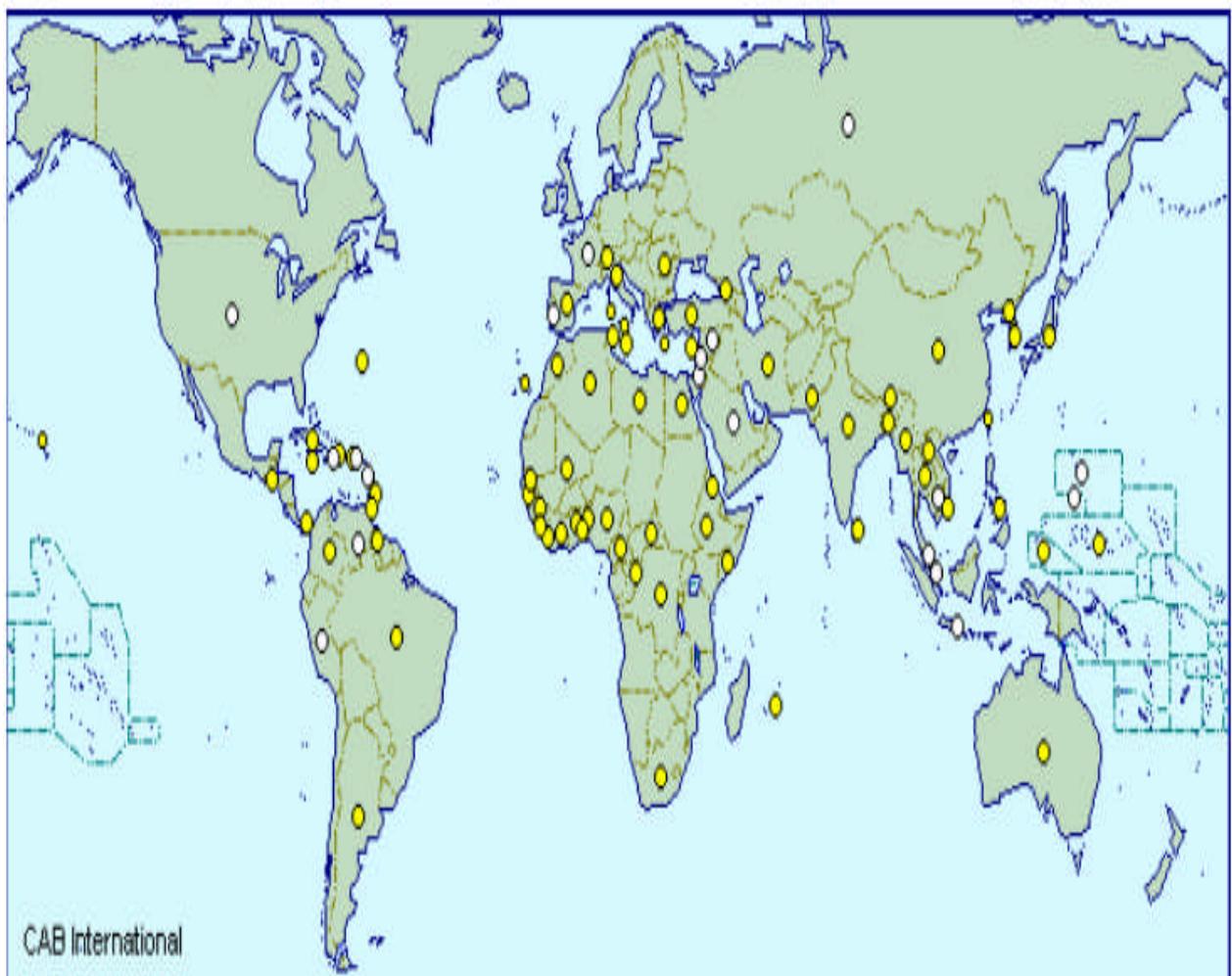
Après fixation, les larves deviennent immobiles, perdent ses pattes, ses antennes et secrètent son boucliers protecteur. (Balachowsky, 1953)

### 3-3-Le mâle :

Les mâles sont des insectes très petites et aillés (Grasse, 1951). Le puparium male ne dépasse pas 1mm de longueur. (Balachowsky, 1953). Il est allongé, blanc, grisâtre, cireux, mince avec l'exuvie noire du premier stade à la partie antérieure, (Charara, 1974).

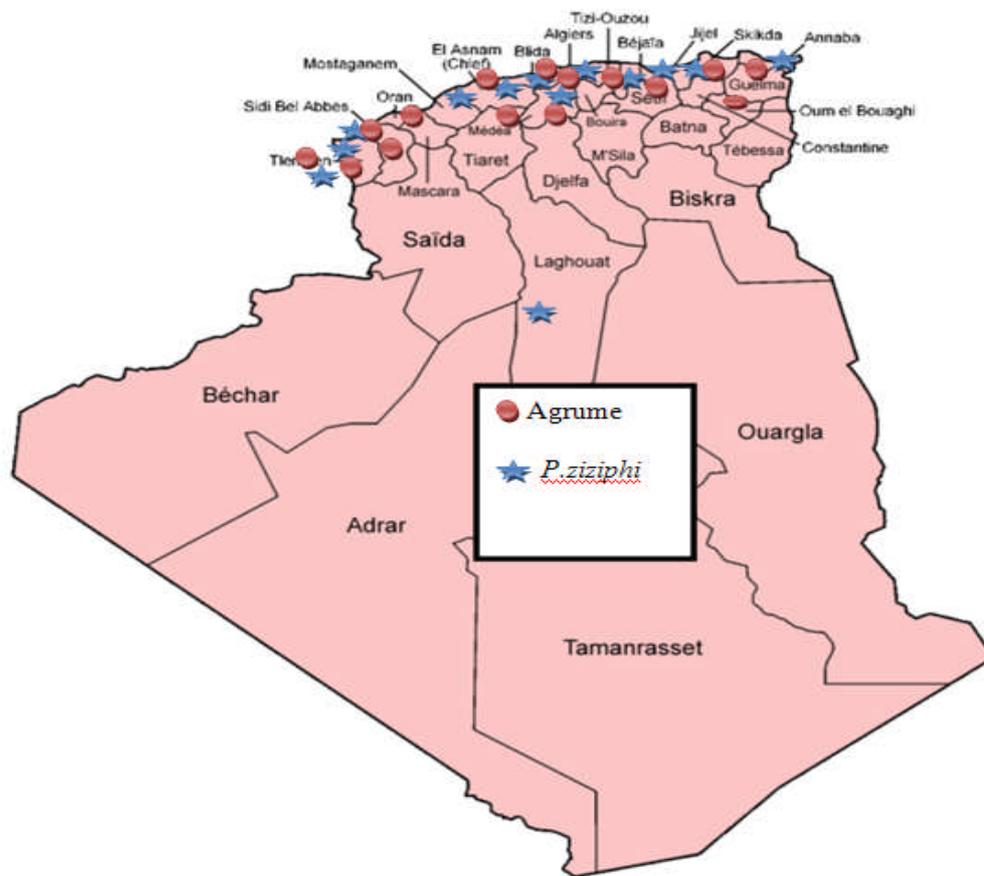
### 3-4-La femelle :

La femelle est reconnaissable par son bouclier qui est noir brillant. Elle est de petite taille, subrectangulaire, de forme globuleuse, de couleur violacée très caractéristique des PARLATORIA ; elle demeure emprisonnée sous le voile ventrale et n'occupe que le tier antérieure du bouclier, le reste est rempli par les œufs. Sa longueur oscille entre 1,3 à 1,4 mm et de 0,6 à 0,75 mm de large, (Chapot et Delucchi, 1964).



Légende : points jaunes = présence sans plus de précision ; blancs = présence restreinte à certaines zones

**Figure 04** : Répartition géographique de *P.ziziphi* dans le monde



**Figure 02** : Répartition géographique des agrumes et de *P.ziziphi* en Algérie

#### 4-Caractéristiques biologiques :

##### 4-1-Cycle biologique :

*P. ziziphi* est une diaspine ovipare, Leur nombre de générations qui se succèdent annuellement varie entre trois et quatre selon les régions et le climat. Trois périodes marquantes de la reproduction massive du pou noir sont signalées : la première au printemps, la deuxième en été et la troisième au début de l'automne. Au cours des mois chauds de l'été on observe une mortalité élevée des œufs, des larves néonates et des femelles de la dernière génération. (Piguet, 1960).

Selon Benassy et Soria (1964), *Parlatoria ziziphi* est une espèce polyvoltines - 3 générations par an en général - et présente un chevauchement de générations croissant dans l'année.

D'après Smirnoff (1950) et Balachowsky (1939), la fécondité moyenne d'une femelle est très variable. Elle oscille entre 18 et 22 œufs mais d'après Praloran (1971) et Chapot et Delucchi (1964), elle varie entre 10 et 12 œufs. Cette différence est due vraisemblablement à l'influence de la variété hôte.

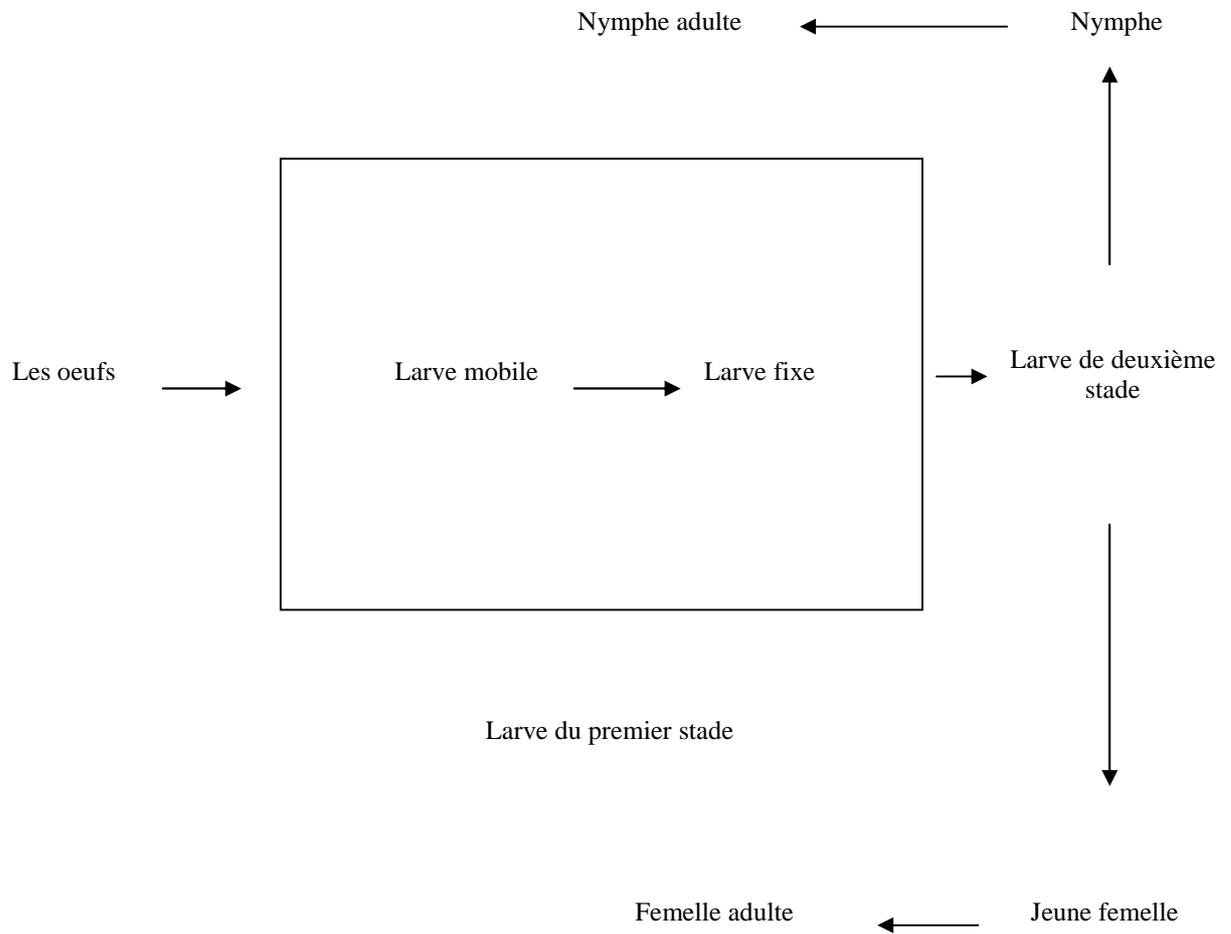
Après deux semaines d'incubation, l'éclosion a lieu et l'œuf donne naissance à une larve néonate qui quitte le bouclier maternel par l'ouverture surélevée de la partie postérieure du bouclier femelle. Celle-ci est de très petite taille, très mobile et douée d'une très grande activité. Leur légèreté est tellement extrême qu'un moindre vent les emporte à de très grandes distances.

Leur fixation est généralement assez rapide. Après sa fixation, la larve devient immobile, perd ses pattes, ses antennes et secrète son bouclier protecteur : c'est le premier stade.

A ce stade, il est impossible de différencier les sexes, ce n'est qu'au deuxième stade que le dimorphisme apparaît.

L'insecte reste immobilisé pour tout le reste de son existence, (Balachowsky et Mensil, 1936).

Enfin, la durée moyenne du cycle chez *P.ziziphi* est de 30 à 37 jours (Balachowsky, 1939)



**Figure 05 :** cycle évolutif de *P. ziziphi*

## **5-Plantes hôtes :**

D'après Meziane et Dahmane (1989) ; la localisation des cochenilles sur le végétal semble obéir à un phénomène chimiotrophique. Selon la composition physico-chimique de la plante, il peut se créer soit une répulsion, soit une attraction qui explique la spécificité, le ployphagisme ou l'immunité.

Le chimiotropisme est donc déterminant dans la détection des larves mobiles or de leur fixation. En effet, les larves néonates de *P. ziziphi* sont guidées dans leur déplacement par un tropisme.

Du point de vue régime, c'est une cochenille eurymère, ne vivant que sur agrumes (Piguet, 1960). Selon Praloran (1971), elle s'attaque au Citronnier et à l'Oranger, mais présente une préférence très marquée pour la Mandarinier.

*P. ziziphi* envahit surtout le feuillage et les fruits, et ensuite les rameaux en cas d'une grande infestation (Benassy, 1975, Smirnoff, 1951). Elle pullule les endroits à l'abri des vents et de la forte luminosité, (Chapot et Deluchi, 1964; Piguet, 1960). La pullulation de cette cochenille sur feuille, se localise le long des nervures foliaires.

## **6- Impacte du climat sur *P. ziziphi* :**

Le climat est de première importance sur l'évolution des populations, par suite de l'influence combinée de la température et de l'hygrométrie sur la biologie des ravageurs, cette influence sur *P. ziziphi*, se traduit par un décalage de la date d'apparition des différentes générations dans le temps et par un échelonnement plus grand des périodes d'éclosion, (Benassy, 1975)

Le froid et les mauvaises conditions de développement, peuvent non seulement, retarder la ponte mais l'arrêter complètement. Les effets des chaleurs et de la sécheresse sont faciles à remarquer en septembre sur les œufs, qui peuvent être complètement desséchés. (Zekri, 1993)

Egalement, la mortalité est élevée parmi les femelles du dernier âge. Les températures peu élevées de l'hiver freinent considérablement le développement de la cochenille, (Chapot et Deluchi, 1964)

Les conditions optimales de développement de *P. ziziphi* se situent entre 16,6 et 31,4°C et à une hygrométrie de 67%,( Salama *et al*, 1985)

Parmi les facteurs constituant le microclimat, la température et l'éclairement sont facilement mesurables à l'inverse de l'hygrométrie qui pourrait jouer un rôle déterminant. La température joue le rôle d'inhibiteur dans la détermination du seuil d'activité de l'insecte, la lumière par contre provoque la mobilité de tous les insectes, (Benassy, 1975)

Le climat régional agit comme facteur favorable limitant l'abondance numérique des populations.

### **7-Les ennemis naturels :**

Il existe toute une liste d'ennemis naturel qui ont été signalés pour *P. ziziphi* et qui sont soit des prédateurs ou des parasites.

- Les prédateurs : se sont des organismes vivant au dépend d'un autre. Ils tuent sa proie pour la manger. Parmi les prédateurs s'attaquant aux cochenilles : les coléoptères (*Chilocorus Bipustulatus*), les acariens(*Hemisarcoptes Malus* et *Lorryia Formosa*)
- Les parasites : se sont des organismes vivant aux dépend d'autre. Ils se développent à l'extérieur (ectoparasite) ou à l'intérieur (endoparasite) de son hôte. Plusieurs stades de *P. ziziphi* sont parasités par un insecte appartenant à l'ordre des hyménoptères et la famille des *Aphelinidae* (*Aucarcia citrina*)
- Les champignons : se sont des végétaux cryptogames pouvant parasiter les insectes. Prévôt (in Ouzzani, 1984) signale un certain nombre de champignons pathogènes des cochenilles, appartenant à la classe des Ascomycètes et aux genres *Sphaerastible*, *Hypocrella*, *Nectaria* et *Padonectaria*.

### **8-Dégâts spécifique :**

Les foyers d'infestations denses se trouvent en premier lieu dans les vieilles plantations, dans les vergers touffus mal entretenus et sur les arbres mal taillés installés dans les cuvettes à sol asphyxiant, des endroits humides ou dans les bas-fonds (Piguet, 1960).

Les dégâts occasionnés aux *citrus* dans presque toutes les plantations, sont très sérieux, ils consistent en :

- un dépérissement plus au moins rapide de tous organes infestés ;
- une décoloration locale au point d'insertion de la cochenille sur les feuilles et les fruits, conséquence d'une toxine salivaire donnant un aspect panaché à l'arbre ;
- la chute prématurée des feuilles et des fruits à cause d'une sévère infestation ;
- Les déformations du zeste causées par le pou noir sont minimales, mais les fruits contaminés sont impropres à la commercialisation, puisque la cochenille adhère si fortement au substrat qu'elle ne peut être enlevée ni par lavage ni par brossage.

### **9-Relation plante - insecte:**

La relation plante- hôte –cochenilles est d'ordre nutritionnel. Elle est très importante la nutrition de l'hôte ainsi que son équilibre physiologique ont une grande influence sur le développement des arthropodes piqueurs –suceurs entre autres diaspines. Ces dernières modifient considérablement leur comportement, selon l'importance des éléments nutritifs mis à leur disposition.

### **10-Besoins nutritionnels de *P. ziziphi* :**

*P. ziziphi* est strictement monophage, s'alimente uniquement de la sève et plus spécialement de la sève élaborée, (Balachowsky 1932). Pour s'alimenter, elle pénètre son rostre profondément dans les tissus végétaux où la sève est aspirée à l'aide de son appareil buccal (pompe aspirante). En même temps qu'elle s'alimente, elle rejette de la salive contenant des toxines. Cette sécrétion phytotoxique provoque une destruction de la chlorophylle qui a pour conséquence une désorganisation totale des cellules atteintes, (Piguet, 1960 ; Chapot et Delucchi, 1964).

### **11-Lutte contre *P.ziziphi* :**

La lutte contre le pou noir et les autres diaspines, est difficile, car ces insectes s'attaquent aux différents organes des citrus. Il faut donc choisir des traitements efficaces basés sur l'espèce et sur l'intensité d'invasion, (Praloran, 1971)

Le problème fondamental concernant la protection des agrumes réside donc dans la mise au point d'une lutte efficace et rationnelle contre les Cochenilles. Ce qui ne peut se faire que

si, en dernier ressort, on connaît le déterminisme de leur multiplication (Chaboussou, 1975).

### **11-1-Lutte culturel :**

Le bon entretien des vergers permet de réduire les infestations de toutes sortes. Dans le cas des cochenilles, les opérations de taille, convenablement pratiquées, réduisent l'importance des infestations, facilitent les prospections et augmentent l'efficacité des traitements (Anonyme, 1980). En outre vu le développement des cochenilles avec d'autant plus de facilité que la plantation est moins bien aérée et l'atmosphère plus humide, on a recours à un espacement entre les arbres afin de procurer une bonne aération et limiter enfin l'extension de ses prédateurs.

### **11-2-Lutte chimique :**

#### **11-2-1-Les fumigations cyanhydriques :**

Elles sont employées dans le cas grave d'où elles obtiennent une mortalité de 95-98 p. cent (Anonyme, 1935).

Elles agissent sur la voie respiratoire de la cochenille. Cette fumigation cyanhydrique consiste à recouvrir l'arbre contaminée avec une bâche sous laquelle on fait circuler de l'acide cyanhydrique. Toute la portion d'atmosphère ainsi isolé devient toxique et l'ensemble des cochenilles seront détruites (Piguet, 1960, Chapot et Delucchi, 1964).

La durée du traitement peut varier en fonction de la sensibilité des différentes variétés de citrus à l'acide cyanhydrique. Notons que les citronniers et les mandariniers sont les plus résistants à ce produit, contrairement aux variétés d'oranger Hamlin et Navel.

#### **11-2-2-Les pulvérisations d'insecticides :**

Deux catégories de produits peuvent être utilisées, les huiles blanches et les composés sulfocalciques. Ces derniers ne sont plus employés car ils sont moins actifs, (Rebourt, 1945) les huiles blanches émulsionnées présentaient une certaine efficacité autre fois.

Le traitement est appliqué à l'aide d'un pulvérisateur à forte pression, permettant ainsi de diriger un jet puissant pouvant atteindre les arbres les plus hauts.

Cette lutte est souvent dirigée contre les jeunes larves peu de temps après leur éclosion et ce, à raison de deux ou trois applications au printemps ou au début de l'été, parfois complété d'un traitement supplémentaire en automne après la récolte des fruits à variétés précoce.

### **11-3-Lutte biologique :**

La lutte biologique comme elle a été définie en 1971 par l'organisation internationale de lutte biologique (OILB) est « l'utilisation d'organismes vivants ou de leur produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles ».

Les recherches réalisées ces dernières années sur les cochenilles diaspines ont conduit à envisager tous les aspects de la manipulation d'un entomophage, depuis son obtention jusqu'à sa diffusion au niveau pratique (Benassy, 1978). A ce titre, les études faites à l'échelle de la Méditerranée montrent que la faune entomophage est insuffisante à elle seule pour détruire les populations des cochenilles (Benassy, 1961).

Il est donc nécessaire de résoudre ce problème en introduisant des ennemies naturelles efficaces pouvant réduire les populations des ravageurs au dessous de la limite économique tolérable (Benassy, 1975).

Pour cela, il est donc intéressant d'approfondir nos connaissances sur le parasite afin de mettre en place un élevage en masse.

Malheureusement, cette méthode de lutte est loin d'être utilisable. En attendant qu'elle soit mise en place, on doit utiliser la lutte chimique afin de maintenir les populations d'insectes à un niveau acceptable.

Le problème fondamental concernant la protection des Agrumes réside donc dans la mise au point d'une lutte efficace et rationnelle contre les Cochenilles. Ce qui ne peut se faire qu'en dernier ressort, on connaît le déterminisme de leur multiplication (Chaboussou, 1975).

## **Chapitre I : Matériels et méthodes :**

### **1. Présentation du climat de la région d'étude (Blida):**

La région de la Mitidja est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons :

-une à climat doux et humide, allant de novembre à avril.

-l'autre chaude et sèche, s'étendant de mai à octobre.

Vu le rôle important que joue le climat dans la dynamique des populations des insectes, il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations et les températures.

#### **1.1. La pluviométrie :**

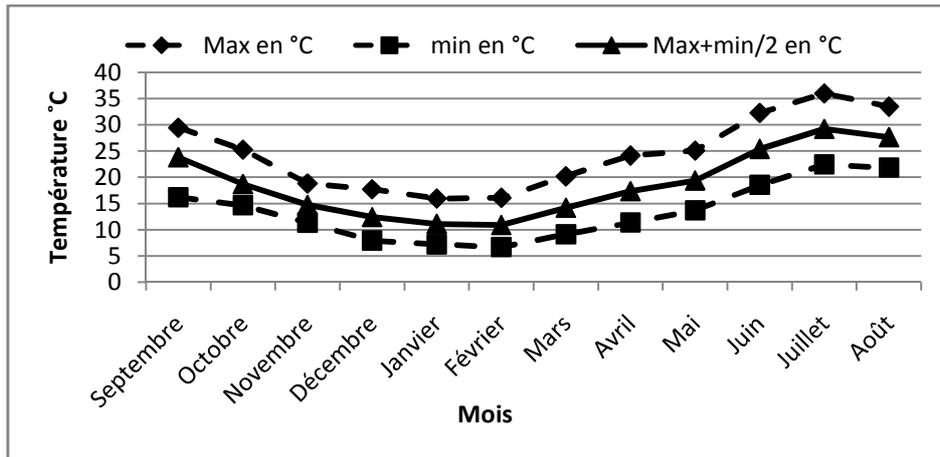
L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (Mercier, 1999).

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (Anonyme 6), varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (Mutin, 1977). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

#### **1.2. La température :**

La température représente un facteur limitant de toutes premières importances, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Mostefaoui, 2009).

Les données climatiques d'où les températures minimales (min), maximale (Max) et les moyennes mensuelles  $\text{Max} + \text{min} / 2$  au cours de l'année 2011 sont illustrées dans la figure 06.



**Figure 06:** Représentation des températures de l'année 2011

L'analyse de température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. Les moyennes mensuels du mois le plus froid sont enregistrées au mois de février de l'année 2011 avec une température de 10,91 °C, et les moyennes mensuels du mois le plus chaud sont notées au mois de juillet 2011 avec une température de 29,20°C.

Pour l'année 2011, la saison humide commence du mois de novembre au mois de mars et la saison sèche de mois de juin au mois d'août.

## 2. Méthode et matériel d'étude :

**OBJECTIF :** L'étude a été effectuée pour mettre en évidence l'impact du facteur « ombre » sur l'abondance de la population de *P. ziziphi* sous la dépendance de la lumière, de la plante hôte et de traitement fertilisant NPK (20-20-20) à une dose de 22g d'N, 22g de P et 22g de K par plant d'une part, et l'impact de ce ravageur et du traitement NPK sur la croissance des plants des trois espèces d'agrumes (*Citrus limon*, *Citrus Washington Navel* et *Citrus clementina*) âgés de trois ans d'autre part.

## 2.1. Matériels d'étude :

### 2.1.1. Matériel biologique :

#### \*le sol :

Le sol utilisé pour remplir les pots de culture de plants provient d'une serre au niveau de l'Agronomie, que nous avons tamisée et séchée et mi dans des sachets en vue de son utilisation dans la plantation des plants d'agrumes des trois espèces choisies.

#### \* Les plants:

Pour notre expérimentation, nous avons utilisés 15 plants d'agrumes, à raison de 5 plants pour une espèce, soit 3 espèces différentes : Citronnier (*Citrus limon*), Oranger (*Citrus Washington Navel*) Clémentinier (*Citrus clémentina*). (Figure 07)

Ces plants sont âgés de 3 ans que notre promotrice à acheter et ramener d'une pépinière privée située à BENI MERED (Mitidja). Le citronnier et l'oranger ont été récupérés le 30 Décembre 2010 et le clémentinier le 16 Janvier 2011.



**Figure 07 :** Présentation des plants des trois espèces : a (*Citrus limon*), b (*Citrus Washington Navel*) et c (*Citrus clementina*) (Personnel, 2011)

#### \*La cochenille

Nous avons suivi le développement du pou noir de l'oranger (*P. ziziphi*) qui est une cochenille appartenant à la famille des diaspididae, ravageur spécifique des agrumes et affectant des vergers de plusieurs espèces d'agrumes en Algérie.

### **2.1.2. Matériels non biologiques :**

**\*Les pots de végétation :** en plastiques/5Kg

**\*La serre :** l'expérimentation s'est déroulée sous ombre au niveau d'une serre à la station d'Agronomie, Faculté des Sciences agronomiques et vétérinaires, Université Saad DAHLEB de Blida. Cette serre est de nature plastique à caractère climatique (température, humidité, aération) non contrôlé et soumise aux aléas du climat externe.

**\*Produits chimiques :** (Annexe 01)

## **2.2. Méthodologie de travail:**

### **2.2.1. Sous serre :**

#### **2.2.1.1. Condition et durée de l'expérimentation :**

Notre travail a été entamé le 16 janvier 2011 pour s'achever le 03 juillet 2011, soit une durée de 7 mois.

Le nombre de plants soumis à l'expérimentation est de 5 pour chaque espèce.

Ces plants sont mis en culture le 17 janvier 2011.

Les pots contiennent une couche de gravier à la base pour faciliter le passage de l'eau, ensuite une couche de 5cm de tourbe pour enrichir le sol en matière organique et enfin une couche de terre. Après plantation, une première irrigation s'avère nécessaire jusqu'à la sortie de l'eau des pores de la base des pots.

L'arrosage est régulier une fois par semaine pendant la saison printanière et fréquemment pendant la saison estivale.

La croissance a été suivie pendant toute la durée de l'expérimentation.

Mesure de la croissance :

La croissance apicale est estimée par le taux de croissance en hauteur linéaire (Tch).

$$Tch = (H_f - H_i) / H_i$$

Hi: hauteur initiale

Hf : hauteur précédente

Le taux de croissance relative est mesuré après l'affectation du traitement fertilisant NPK selon la formule suivante :

$$\text{TchR} = 100 * (\text{Tch traité} / \text{Tch témoin non traité})$$

Les plants du citronnier et de l'oranger ont été laissés sains du 01 janvier jusqu'au 09 mars, et du clémentinier du 17 janvier au 09 mars, pour une période d'adaptation et de fixation dans le sol.

Ces plants ont été, ensuite, infestés manuellement le 09 mars 2011 à 10 heures du matin par la fixation des rameaux infestés aux rameaux saines (figure 08.a et 08.b). Ces rameaux infestés sont plongés dans des flacons remplis de solution nutritive qui a pour rôle d'allonger la longévité des rameaux et de même la vie de la cochenille: *P. ziziphi* pendant plusieurs jours, ce qui favorise le passage d'un nombre important de larves mobiles qui assurant l'infestation.



**Figure 08.a :** Fixation des rameaux infestés sur des plants sains (Personnel, 2011)



**Figure 08.b :** fixation de feuilles infestées sur des feuilles saines (Personnel, 2011)

Un traitement fertilisant NPK (20-20-20) a été effectué à l'apparition de tous les stades larvaires et le stade œuf le 07 juin 2011, ce traitement adapté à chaque étape de traitement

phréologiques à une dose de 110 g pour chaque pot est utilisé pour étudier son impacte sur l'abondance des populations de chaque stade évolutif et de la population globale de la cochenille d'une part, et la croissance des plants d'autre part.

#### **2.3.1.5. Méthode d'échantillonnage :**

##### **a. Le sol :**

Avant l'infestation, nous avons prélevé 3 échantillons de sol, un échantillon par espèce, le 30 janvier, à une épaisseur de 20 à 22cm de profondeur à différents points de pots que nous avons mélangé après pour obtenir d'un échantillon homogène. Ces échantillons sont séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm de diamètre. La terre fine a été conservé dans des sachets en plastique propre portant des étiquettes avec la date et la variété. Ces prélèvements sont acheminés au laboratoire en vue d'une soumission à différents analyses physiques et chimiques.

##### **b. Les feuilles :**

La méthode d'échantillonnage consiste à prélever au hasard une seule feuille pour chaque plant (5 feuilles pour chaque espèce). Chacun de ces échantillons, va être mis dans un sac en plastique accompagné d'une étiquette qui indique la variété et la date d'échantillonnage.

L'échantillonnage a été effectué en trois parties :

-la première partie : avant infestation des plants (du 01 janvier au 08 mars) un échantillon témoin est effectué le 31 janvier pour chaque espèce.

-la deuxième partie : après infestation des plants (du 09 mars au 07 juin) un prélèvement de feuilles de chaque espèce est effectué chaque 15 jour.

-La troisième partie : après le traitement par NPK le 07 juin, deux prélèvements de feuilles sont effectués le 21 juin et le 03 juillet respectivement.

### **2.3.2. Au laboratoire :**

#### **2.3.2.1. Méthode de dénombrement des cochenilles :**

Les feuilles récoltées sont traitées au laboratoire où tous les stades de la cochenille que nous avons trouvé uniquement sur la face supérieure sont dénombrés sous une loupe binoculaire.

#### **2.3.2.2. Diagnostic foliaire :**

##### **a. Préparation des échantillons :**

Les feuilles de chaque espèce sont lavées préalablement avec de l'eau distillée afin d'éliminer toutes traces de cochenilles et de poussière, puis elles sont séchées à l'étuve à une température de 100 °C pendant 1h 30mn à 2 heures selon l'espèce.

Les feuilles sont finement broyées dans un broyeur homogénéisateur à hélice et tamisés (2 um).

##### **b. Les analyses chimiques et biochimiques :**

###### **\*Les analyses chimiques:**

Cette partie d'analyse est réalisée au laboratoire de l'analyse de sol MAHDI BOUALEM (I.N.R.A.), BERRAKI (Alger).

- **Dosage de L'Azote total :** (la méthode Kjeldahl)

Principe :

Le dosage de l'azote s'effectue par la méthode Kjeldahl. En attaquant la matière végétale par  $H_2SO_4$  concentré, à l'ébullition, en présence de catalyseur, l'azote est transformé en  $(NH_4)_2SO_4$ . On distille avec un excès de soude et on titre l'ammoniac entraîné par  $H_2SO_4$  0,1N.

Calcul des résultats :

La teneur en azote exprimé en pour cent est obtenue par la formule:

$$N\% = (0,0014. V. 100)/M$$

Avec :

V : Le volume de la solution d'acide versée à la burette lors du titrage;

M : La masse en gramme de la prise d'essai.

- **Dosage du phosphore total :**

Principe :

Le dosage de phosphore se fait sur l'extraction obtenue par minéralisation. En solution acide et en présence d'ions de vanadates d'ammonium et molybdate d'ammonium, l'acide phosphorique donne un complexe phosphovanadomolybdique jaune, dont la densité optique est mesurée spectrophotométriquement à 430 nm (PINTA, 1968, in MARTIN-PREVEL et *al.*, 1984).

Calcul des résultats :

La concentration en phosphore est déterminée graphiquement par référence à la courbe d'étalonnage préalablement préparée (annex)

La teneur de phosphore en % de la matière sèche est donnée par la formule :

$$P\% = R(\text{PPM}).100/W$$

R= la concentration en PPM.

W= la prise d'essai de l'échantillon en mg.

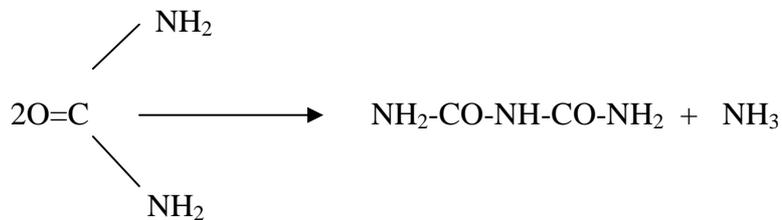
- \* **Les analyses biochimiques :**

Ces analyses ont été réalisées au niveau de laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales et produits naturels de départements d'agronomie, université de Blida.

- **Dosage des protéines hydrosolubles :** (la méthode de BIURET)

Principe :

La Biuret résulte de la condensation de 2molécules d'urée avec départ d'ammoniac.



La Biuret réagit en milieu alcalin avec le CuSO<sub>4</sub> en donnant une coloration violette dont le maximum d'absorption est à 540 nm.

Par suite de leur analogie de structure avec la Biuret, les peptides et les protéines donnent la même réaction. La zone d'utilisation est de 1 à 20 mg/ml.

Mode opératoire :

- 1- Réalisation de la gamme étalon : (Voir annex n°02).
- 2- Préparation des échantillons : les échantillons ont subit les mêmes étapes que la gamme étalon.

La lecture des résultats a été faite au moyen d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda=540\text{nm}$ .

- **Dosage des acides aminés :** (Méthode à la ninhydrine)

- Réalisation de la gamme étalon : (Voir annex n°02).

- Préparation des échantillons : les échantillons ont subit les mêmes étapes que la gamme étalon.

La lecture des résultats a été faite au moyen d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda=570\text{nm}$ .

### **c. Analyse pédologique :**

Les analyses pédologiques ont été réalisées au laboratoire de l'ITAFV et de l'INRAA sur les différents sols, ils ont concerné deux catégories :

- Les analyses physiques ; qui ont porté sur la granulométrie et le dosage du calcaire total.
- Les analyses chimiques ; qui ont concerné le dosage du phosphore assimilables ; de l'azote total ; du pH eau, la conductivité électrique et enfin le dosage de la matière organique.

#### **\*Analyse physiques :**

- **Analyse granulométriques:**

Nous avons effectué la granulométrie au niveau de l'ITAFV.

La méthode la plus adaptée est la méthode internationale d'analyse granulométrique. Elle est effectuée par l'analyse mécanique en utilisant la pipette de ROBINSON. Cette méthode a pour but de définir qualitativement et quantitativement la répartition des particules minérales d'un sol.

Elle consiste à faire subir à la terre fine :

- Une attaque par l'eau oxygénée pour détruire la matière organique.
- Une attaque par l'acide chlorhydrique pour éliminer le calcaire. Ces deux traitements sont généralement appliqués aux sols organiques et calcaires.

L'échantillon est ensuite mis en suspension par une solution dispersante : l'héxamétaphosphate de sodium, sel neutre qui élimine tous les ions maintenant les colloïdes à l'état flocculé.

Après cette dispersion, la séparation des différentes particules peut se faire alors selon leur diamètre par la formule de STOCKES qui est une table permanent de la température. La loi de STOCKES n'est valable que pour les particules dont le diamètre est inférieur à  $20\mu$ , donc pour les argiles et les limons fines.

- Siphonage, tamisage sous l'eau : pour les fractions sableuses, on effectue une séparation par tamisage successifs.

- Les limons grossiers sont déduits par différence.

- **Dosage du calcaire total :**

Le calcaire total (ou quantité de  $\text{CaCO}_3$ ) contenu dans un échantillon de sol est déterminé par gazométrie en utilisant le calcimètre de Bernard à partir de la réaction suivante :



L'appareil est constituée d'une colonne graduée contenant une solution colorée et reliée à une ampoule mobile dans laquelle la surface de la solution colorée se trouve au contact de l'air, la colonne graduée est d'autre part reliée à un erlenmeyer à embout (HCl) au fond duquel on introduisant l'échantillon à analyser.

Le gaz carbonique dégagé comprime le liquide coloré et selon le principes de vases communicants et par ajustage des deux niveaux –ampoule-colonne graduée), on lit le volume déplacé correspondant au volume de  $\text{CO}_2$  dégagé ; ainsi la quantité de  $\text{CaCO}_3$  est proportionnelle au volume de  $\text{CO}_2$  dégagé lu sur la colonne graduée.

Calcul :

La teneur en  $\text{CaCO}_3$  d'un sol est exprimée généralement en %.

Si V est le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par 0,3 g de  $\text{CaCO}_3$ .

v est le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par une prise d'essai p

La quantité de  $\text{CaCO}_3$  contenue dans cette prise d'essai de sol sera donc :

$\% \text{CaCO}_3 = 0,3 \cdot v / Vp \cdot 100$
---

\***Analyse chimique** : Nous avons effectué l'analyse chimique au niveau de l'INRAA.

- **Dosage de la matière organique :**

En utilisant la méthode ANNE (1934), la matière organique est déterminée par le biais du carbone organique qui représente 58% de la matière organique. Cette méthode consiste à oxyder à chaud le carbone de la matière organique contenu dans un échantillon de sol en utilisant un oxydant puissant : le bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en milieu sulfurique, on

admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. Le bichromate en excès est dosé par réducteur : sel de MOHR (sulfate de fer et d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ) dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

Se sont des réactions d'oxydo-réduction qui sont mises en jeu, il y a :



-oxydation du carbone :



-enfin le dosage de l'excès d'oxydant ( $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) qui fait passer le fer du sel de MOHR de l'état bivalent (réduit) à l'état trivalent (oxydé).



$\%C = (n' - n) \cdot 0,615 / p$
----------------------------------

$n'$  = volume du témoin

$n$  = volume de l'échantillon

$p$  = prise d'essai

Le taux de matière organique est calculé selon l'équation suivante :

$\text{Mo}\% = \text{C}\% \cdot 1.72$
---------------------------------------

- **Détermination du pH du sol (Méthode électromérique):**

Cette méthode est basée sur la loi de NERNST, et consiste à mesurer à l'aide d'un pH mètre dans des conditions déterminées (dans l'eau ou dans une solution KCl suivant un rapport sol/eau ou sol/KCl) de l'échantillon du sol.

Selon la loi de NERNST ; si deux électrodes plongent dans des milieu à concentration ioniques différente, il est possible de mesurer une différence de potentiel.

$$E = K \log C_1/C_0 = (pH - pH_0)$$

K : constante de dissociation

$C_1$  : concentration en ions  $H^+$  à déterminer dans le milieu

$C_0$  : concentration en ions  $H^+$  dans l'électrode de référence

$pH_0$  :

- **Dosage de l'azote total** : la méthode Kjeldah
- **Dosage du phosphore assimilable (P) par colorimétrie (méthode OLSEN)** :

Principe :

La méthode OLSEN est la méthode la plus pratiquée pour doser le phosphore assimilable, pour cela nous basons sur le principe suivant :

-extraction à l'aide du bicarbonate de sodium (0.5N) ajusté à pH 8.5



-colorimétrie : le dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide molybdique. La présence de phosphore dans le milieu considéré provoque par chauffage, le développement d'une coloration bleu dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en orthophosphates.



Le taux de phosphore assimilable est calculé selon l'équation suivante :

$$P_2O_5(\text{ppm}) = X/1000 \cdot U/v \cdot V/p \cdot 1000 = X \cdot U/v \cdot V/p$$

X : la concentration de  $P_2O_5$  de l'extrait de sol à partir de la courbe d'étalonnage f ( $P_2O_5$ )

P : prise d'essai du sol (5g)

U : volume colorimétrie (25ml)

v: volume de la prise d'essai

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

### **3. Exploitation des résultats :**

Les données recueillies sur la population de *Parlatoria ziziphi* sont analysées afin de déterminer la relation plante-insecte. Pour cela nous avons fait appel à une analyse de la variance et une analyse de corrélation.

#### **3.1. Analyse de la variance :**

Les données recueillies sur la fluctuation des populations de *Parlatoria ziziphi* en fonction du temps et de la plante hôte, doivent faire l'objet d'une analyse statistique. Pour cela, nous avons fait appel à l'analyse de la variance à l'aide de logiciel SYSTAT, ver. 12, SPSS 2009, en déterminant la variance à l'aide du GLM (General Linear Model), les différences ont été considérées significatives à  $P < 0.05$ .

#### **3.2. Corrélation linéaire :**

Lorsque deux variables quantitatives varient conjointement, on doit mesurer la significativité du coefficient de corrélation ( $r$ ).

La corrélation existante entre les fluctuations de la population de *P. ziziphi* et les différents éléments chimiques et biochimiques des trois espèces d'agrumes sont mises en évidence par le test de corrélation linéaire à l'aide du logiciel PAST (Paléontological Statistics, ver. 1.81).

#### **3.3. Test One Way ANOVA :**

L'étude de taux de croissance à hauteur linéaire relative et de population de *P. ziziphi* des trois plants après traitement par NPK a été testé par le test One Way ANOVA sur l'ensemble des périodes d'application de traitement NPK.

## **Chapitre II : Résultats et discussion :**

### **A.Impact de l'espèce hôte sur le développement et la distribution de *P. ziziphi* :**

#### **A.1.Étude de la longévité de *P. ziziphi* :**

L'étude de la longévité a démontré que la durée du cycle printanier de développement de *P. ziziphi* évoluant sur de jeunes plants de clémentinier, citronnier et oranger sous serre, et sous l'influence du facteur ombre, est d'environ 106 jours à compter de l'introduction des L1 mobiles manuellement le 09 mars 2011 jusqu'à l'apparition des œufs le 21 juin 2011 sur des plants sains et selon l'apparition du maximum de population de chaque stade.

Les branches infestées par *P. ziziphi* sont restés six jours en contacte des plants sains, du 09 mars 2011 jusqu'au 14 mars 2011, pour favoriser le maximum de passage des L1 mobiles.

D'après nos résultats du 1<sup>er</sup> comptage du 15 mars 2011 qui a annoncé un nombre important des L1 fixées, la durée du cycle de vie des L1 mobiles est du plus au moins une semaine.

Chez le citronnier et le clémentinier, les L1 fixées peuvent croître pendant 31 jours pour donner le maximum des L2 le 14 avril 2011. Ces dernières vivent près de 13 jours et se développent pour donner le maximum des jeunes femelles et les nymphes mâles le 27 avril 2011. Ce qui diffère pour l'oranger est la durée de stade L1 fixées qui est de 15 jours pour donner le maximum des L2 le 29 mars 2011 qui à leur tour se développent pour donner le maximum des jeunes femelles et des nymphes mâles après 29 jours le 27 avril 2011.

Les jeunes femelles ont données la population des femelles adultes après 27 jours le 24 mai 2011. Ces dernières, se développent pendant 28 jours pour donner à leur tour des femelles pondueuses le 21 juin 2011, capables de pondre des œufs, qui seront à l'origine d'une deuxième génération estivale (Tableau 06).

L'apparition des œufs a été en nombre important le 07 juin 2011 chez le citronnier et le clémentinier avec les taux respectifs de 43,7% et de 29,25%, mais le maximum n'a été atteint que le 21 juin 2011 avec un taux de 49,06% chez le citronnier et de 50,15% chez le clémentinier. Chez l'oranger, leur apparition été au maximum le 07 juin 2011 avec un taux de 49,43%.

Ce taux commence à descendre au début de juillet (7,24% chez le citronnier, 4,79% chez le clémentinier et 7,92% chez l'oranger), cela est due à la diminution du taux de la population des femelles pondueuses qui subissent une mort physiologique après la ponte, probablement due aux degrés de température élevés pendant cette période, l'absence de la

lumière qui peut favoriser la synthèse du sucre base de l'alimentation de la cochenille, la sensibilité et la fragilité de la structure des œufs.

La deuxième génération estivale commence, approximativement, après une semaine de l'apparition des œufs le 07 juin 2011, avec un taux faible des L1 mobiles. La fixation des L1 mobiles s'effectue au bout de plus au moins une semaine.

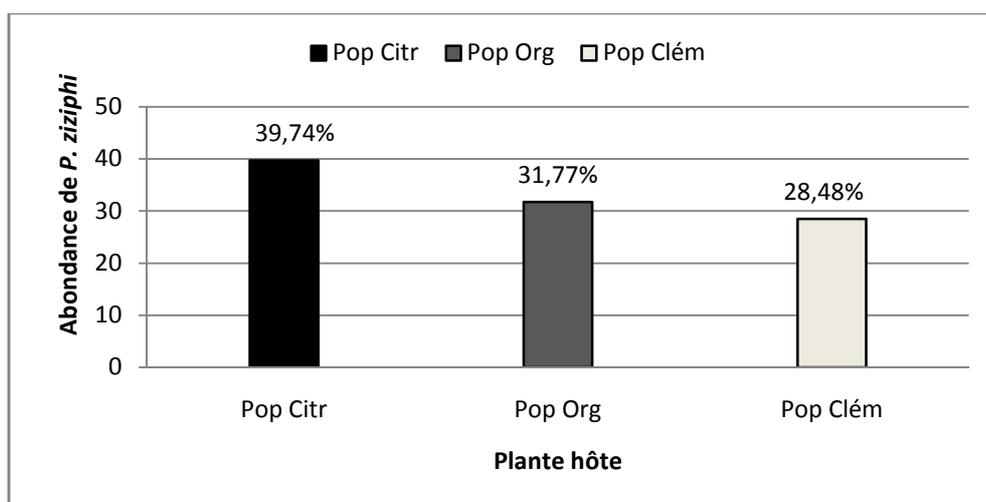
**Tableau 06:** La durée du passage d'un stade évolutif à un autre chez *P. ziziphi* selon la plante hôte :

Longévité	Stade	Plante hôte		
	Passage	Citronnier	Oranger	Clémentinier
Nopmbre de jours	L1M-L1F	7	7	7
	L1F-L2	31	15	31
	L2-JF	13	29	13
	JF-FA et ML	27	27	27
	FA-FP	28	28	28
	Duré de cycle	106	106	106

**L1M:** premier stade larvaire mobile. **L1F:** premier stade larvaire fixe. **L2 :** deuxième stade larvaire. **JF:** jeune femelle. **FA:** femelle adulte. **FP:** femelle pondreuse. **ML:** mâle.

## A.2. Variation de l'abondance de *P. ziziphi* sur les trois espèces de citruses étudiées :

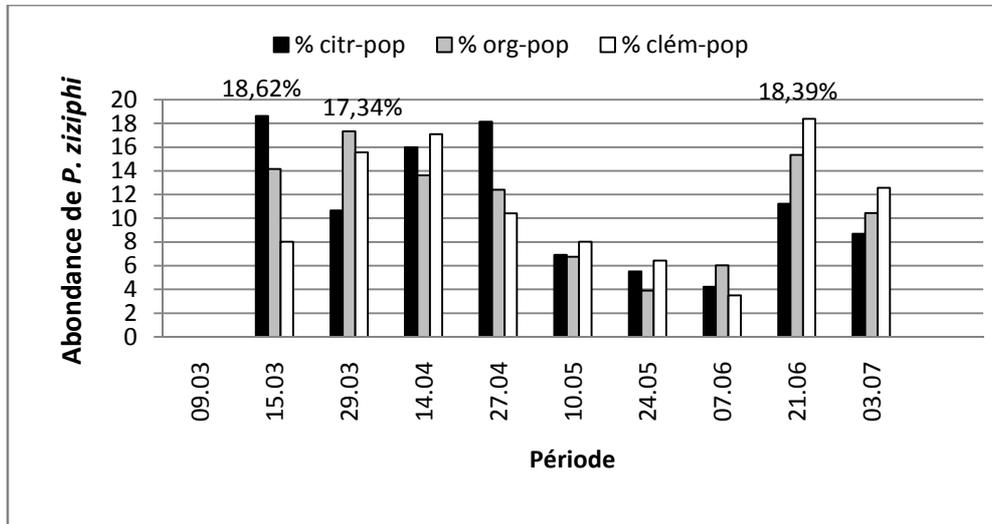
**Figure 09:** Variation de l'abondance globale des populations de *P. ziziphi* selon les trois plantes hôtes :



**Pop citr :** population de *P. ziziphi* sur citronnier. **Pop org :** population de *P. ziziphi* sur oranger. **Pop clém :** population de *P. ziziphi* sur oranger.

La figure 09 montre que sous serre non éclairée, *P. ziziphi* se développe mieux sur citronnier que sur oranger et clémentinier. Elle affiche un taux de croissance de 39,74% sur citronnier, de 31,77% sur oranger et de 28,48% sur clémentinier.

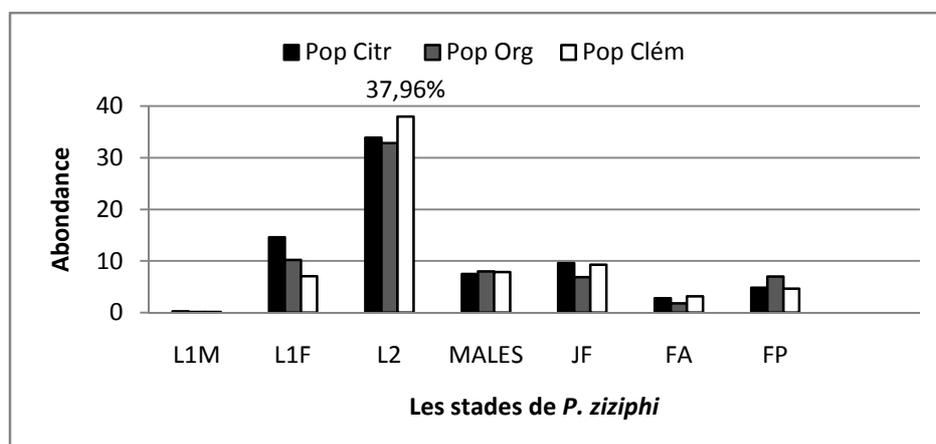
**Figure 10:** Variation de l'abondance temporelle de *P. ziziphi* selon les trois plantes hôte :



**%clém-pop** : pourcentage de la population de *P. ziziphi* sur clémentinier. **%org-pop** : pourcentage de la population de *P. ziziphi* sur oranger. **%citr-pop** : pourcentage de la population de *P. ziziphi* sur citronnier.

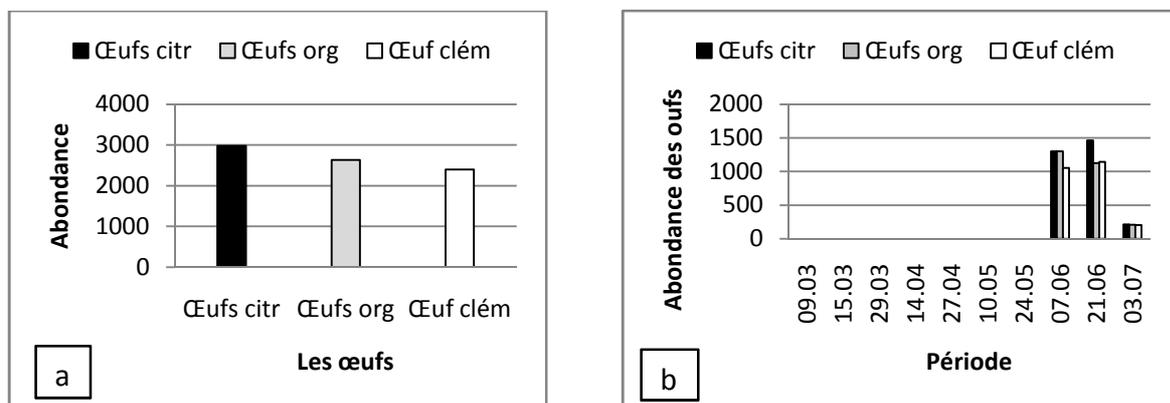
La figure 10 montre que l'abondance de *P. ziziphi* est plus élevée le 15 mars 2011 sur citronnier (18,62%), le 21 juin 2011 sur clémentinier (18,39%) et le 29 mars 2011 sur oranger (17,34%).

**Figure 11:** Variation de l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* selon les trois plantes hôtes :



La figure 11 montre que l'abondance du stade L2 est remarquable sur les trois plantes hôtes. Le Clémentinier est le plus stimulant pour le développement de la population du stade L2 que les deux autres plantes hôtes.

**Figure 12:** La variabilité de la fécondité selon la plante hôte (a) et la période d'étude (b) :



La fécondité est plus stimulée sur citronnier que sur oranger, et clémentinier (figure 12.a). Les œufs ont apparus le 07 juin avec un nombre de 1303 œufs sur citronnier et oranger et 1053 œufs sur clémentinier. Le nombre d'œufs est plus remarquable le 21 juin sur citronnier (figure 12.b).

### A.3.Effet de la plante hôte sur l'évolution temporelle des stades évolutifs de *P. ziziphi* :

L'analyse de la variance de l'évolution temporelle des stades évolutifs de *P. ziziphi* sur trois plantes hôtes d'agrumes montre que le facteur plante hôte (PH) présente une marginale significative avec une probabilité de ( $p=0,08$ ,  $p>5\%$ ), tandis que le facteur stade présente une différence très hautement significative avec une probabilité de ( $p=0,00$ ,  $p<5\%$ ) alors que le facteur saison ne présente pas de différence significative ( $p=0.848$ ,  $p>5\%$ ).

**Tableau 07 :** Analyse de la variance de l'évolution temporelle des stades évolutifs de *P. ziziphi* en fonction de ses plantes hôtes :

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
PH	18121.706	2	9060.853	2.845	0.083
Stade	1539815.604	4	384953.901	120.853	0.000

Le modèle GLM a révélé que les stades évolutifs de *P. ziziphi* sont plus abondants chez le citronnier avec un effectif moyen de 333, suivie par l'oranger et enfin le clémentinier (Figure 13).

En ce qui concerne l'abondance des stades évolutifs, nous remarquons que le stade le plus abondant est celui des œufs avec un effectif moyen supérieur à 780 suivie par les larves de deuxième stade femelle, les femelle adultes et enfin les males et les larves du premier stade (Figure 13).

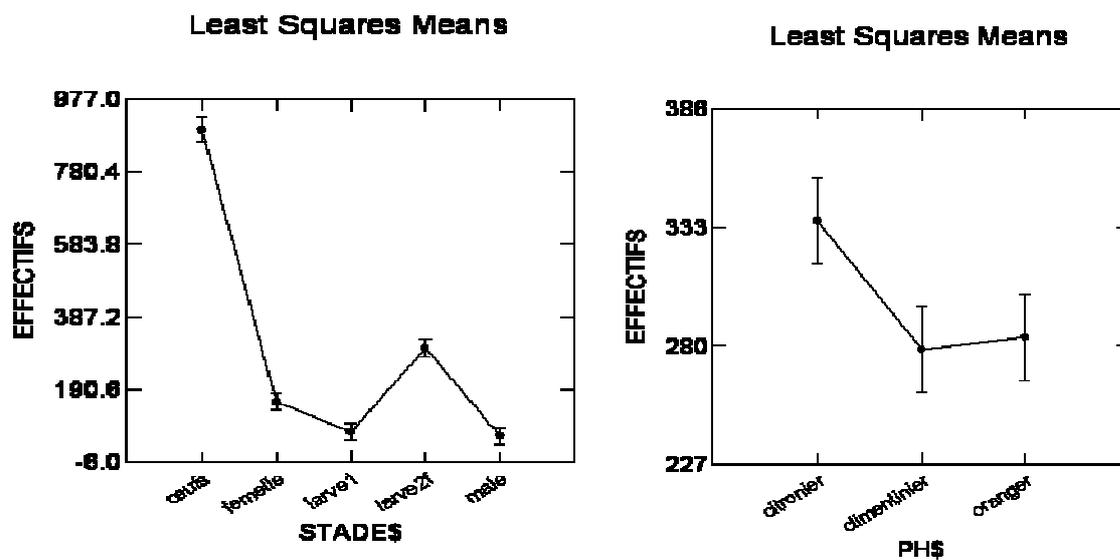


Figure 13: L'évolution temporelle des stades évolutifs de *P. ziziphi* en modèle GLM selon la plante hôte.

## **Discussion :**

Les cochenilles ou les coccidés sont les plus évolués des Hémiptères, elles méritent une mention particulière tant par leur intérêt zoologique que par leur importance économique. Elles mènent une vie sédentaire très stricte, caractérisée par des mœurs de parasites fixés, exclusivement phytophage (Grassé, 1951). Elles sont des espèces phytophages se nourrissant de la sève élaborée de leur plante hôte (Germain et Matile-Ferrero, 2005). Selon Berkani (1995), l'évolution des cochenilles est intimement liée à celle des *Citrus* qui l'hébergent. L'évolution de ce végétal-hôte se traduit par l'apparition de nouvelles poussées de sève.

Pour comprendre le comportement d'une espèce, il est nécessaire de connaître ses traits de vie et les effets de ses interactions intra et interspécifique (Begon et *al.*, 1996 *in* Maher, 2002).

L'influence du facteur « hôte » sur la cochenille se révèle par une mortalité plus ou moins élevée, un allongement de la durée du développement et par des modifications de sa fécondité cela est en fonction de la variété de la plante hôte et de son état physiologique (Hafez et Salema, 1970 *in* Kumbasli, 2005), elle agit également sur la durée de cycle, sur la taille, sur la fécondité et sur la sex-ratio (Biche et Sellami, 1999).

L'ombre crée des conditions microclimatiques favorables avec une évaporation très faible et une humidité plus intense influant la population de la cochenille (Smirnoff, 1957).

Nos résultats montrent que sous serre non éclairée, la durée du cycle printanier de cette diaspine s'est allongée aux environs de 106 jours sur les trois plantes hôtes (clémentinier, citronnier et oranger). Cela est du probablement à l'influence de l'ombre (absence de la lumière), l'espèce et l'âge jeune de la plante hôte, comparant aux travaux de Balachowsky (1939), où la durée moyenne du cycle chez *P. ziziphi* est de 30 à 37 jours dans un milieu naturel et sur des plantes hôtes d'agrumes plus âgées.

Nous avons trouvé que le passage d'un stade L1fixé au stade L2 et du stade L2 au stade jeune femelle varie selon la plante hôte. Ce qui concorde avec les travaux de Vasseur et Schvester, (1957) qui montrent que l'augmentation du pourcentage d'un stade donné est l'indice du passage de la population à ce stade. Son apparition pendant plus d'un relevé successif est du à la durée de l'inoculation des L1 mobiles durant 1 semaine.

Au début de notre travail, la population de *Parlatoria ziziphi* étant représentée pratiquement par les larves du premier stade mobiles qui affichent un taux très faible,

Une élévation en nombre pour les larves de deuxièmes stades est marquée en mois de mars et avril qui est due aux conditions climatiques favorables du printemps et l'état végétatif de l'hôte, qui favorisent leur développement. Nos résultats confirment clairement ceux trouvés par Sigwalt(1971) en Tunisie, Ouzzani(1984) à Boufarik et Zellat (1989) à Mohammedia.

Les stades mâles et jeunes femelles se développent en parallèle et une diminution en nombre est remarquée pour les stades femelles adultes et femelles pondueuses.

Benassy (1975), a signalé que les différentes phases caractérisant le développement des jeunes larves depuis l'éclosion jusqu'à leur fixation sont sous l'étroite dépendance des conditions climatiques.

Nos résultats sont expliqués par les travaux de Renard et *al.*, (1996), qui ont prouvé que les variations d'un niveau d'infestation sur différentes plantes hôtes sont conditionnées par l'épaisseur de la couche de cire épicuticulaire et la taille des cellules épidermiques qui peuvent aussi influencer la fixation des cochenilles, c'est-à-dire la pénétration du stylet est plus facile si la couche épicuticulaire de la feuille est plus mince et les travaux de, (1997) et Maher, (2002) qui expliquent que la sélection d'une plante par un insecte phytophage peut être expliquée en partie par les caractéristiques physiques du site de ponte comme le relief, la texture, la couleur, la forme de la plante ou l'organe sélectionné. En plus, le ravageur perçoit aussi des signaux chimiques émis par leur plante hôte, considérés comme l'information principale sur laquelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site (Stadler,2002 in Maher, 2002).

Il est à noter que, les mâles sont généralement rares, et ils deviennent abondants que sous certaines conditions climatiques (Grassé, 1970). Néanmoins, le bouclier des mâles n'adhère pas fortement au substrat (feuilles) et peut être détaché facilement du végétal sous l'action des facteurs climatiques, surtout lorsqu'il est vide. Ceci peut constituer une source d'erreur dans le comptage.

Nos résultats sur le passage du stade jeunes femelles au stade adulte, montrent que l'ovogénèse s'active et les premiers signes de ponte apparaissent un mois plus tard selon notre étude et selon les travaux de Ouzzani (1984).

A l'ombre, selon notre étude, la fécondité est de 7 à 12 œufs par femelle pondreuse, ce qui nous laisse dire que la lumière est un facteur limitant de l'activation de l'ovogénèse et de la fécondité aussi cette différence est due vraisemblablement à l'influence de la variété hôte. D'après Smirnof (1950), la fécondité moyenne oscille entre 18 et 22 œufs, et selon Praloran(1971) et Chapot et Delluchi (1964) entre 10 et 12 œufs dans un habitat naturel.

La ponte est plus importante en juin sur les trois plantes hôtes, mais, meilleure sur le citronnier (1463 œufs). Ceci peut s'expliquer par : en été, les températures élevées qui accélèrent le processus qui affecte la ponte de la cochenille.

Nos résultats montrent que le facteur ombre a fait changer les préférences de ce ravageur vers le citronnier avec un taux de 39,74% ce qui est due probablement à la molécule citral qui attire les insectes, alors que Praloran (1971) et Benassy (1975) ont montré que *P. zizyphi* a une préférence pour le mandarinier. Le taux de population différentielle est dû probablement à la composition chimique et biochimique de la plante hôte qui joue un rôle important sur la répartition des individus de cette cochenille.

L'étude des fluctuations de *Parlatoria zizyphi* durant la saison printanière via sa plante hôte, sous serres, nous a permis de remarquer un bon développement de cette espèce dont la dominance de deuxième stade larvaire en mois de mars sur clémentinier.

D'après nos résultats, nous pouvons remarquer la sensibilité de quelques stades de *Parlatoria zizyphi*, nous pouvons dire que les différents stades de la cochenille manifestent des préférences qui peuvent être totalement différentes d'un stade à un autre, en recherchant les conditions les plus favorables à leur développement. Ces résultats sont significatifs à côté de ceux obtenus par Haddar en 2002.

A la fin mai début juin, une mortalité touche fortement les jeunes femelles adultes, car durant leurs changements physiologiques pour donner les femelles adultes, elles deviennent plus sensibles. Aussi, des femelles pondreuses étaient complètement desséchées, ceci est dû aux effets des facteurs climatiques qui règnent durant cette période, où les températures sont les plus élevées et agissent sur tous les individus de la population. En effet, nous savons que

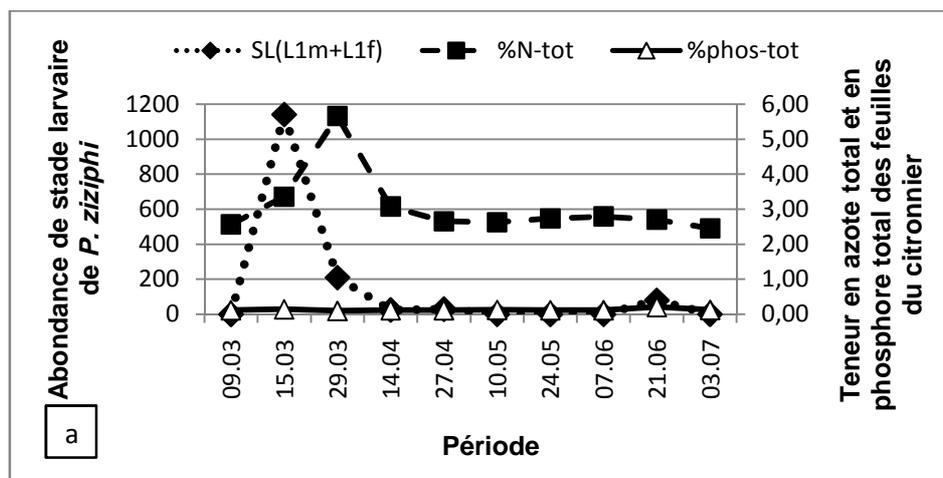
les facteurs climatiques sont les plus rigoureux, et réunissent toutes les conditions néfastes au développement de la cochenille. Dajoz, (1985) confirme que les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en modifiant leurs taux de fécondité et de mortalité ainsi que sur les cycles de développement et par la suite sur les densités des populations et selon Haddar (2002), les feuilles constituent un endroit où les individus sont les plus exposés aux mauvaises conditions pour leur développement.

## B. Relation nutritionnelle entre le développement de *P. ziziphi* et sa plante hôte :

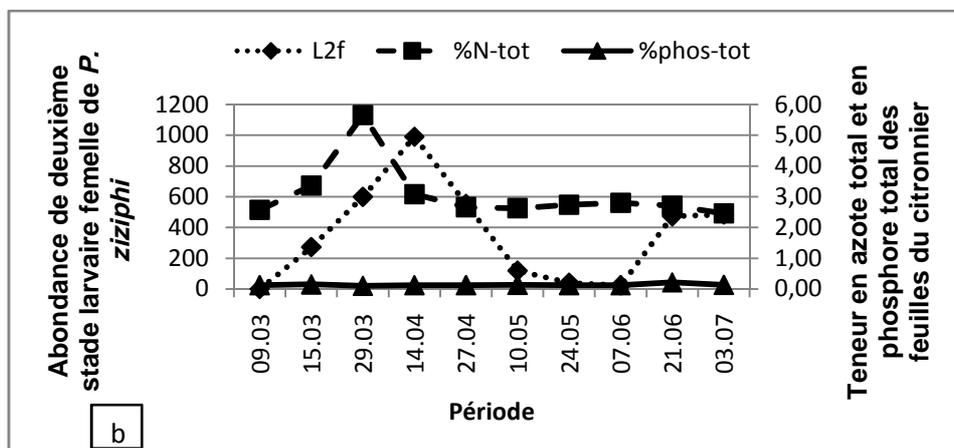
### B.1.Cas du citronnier :

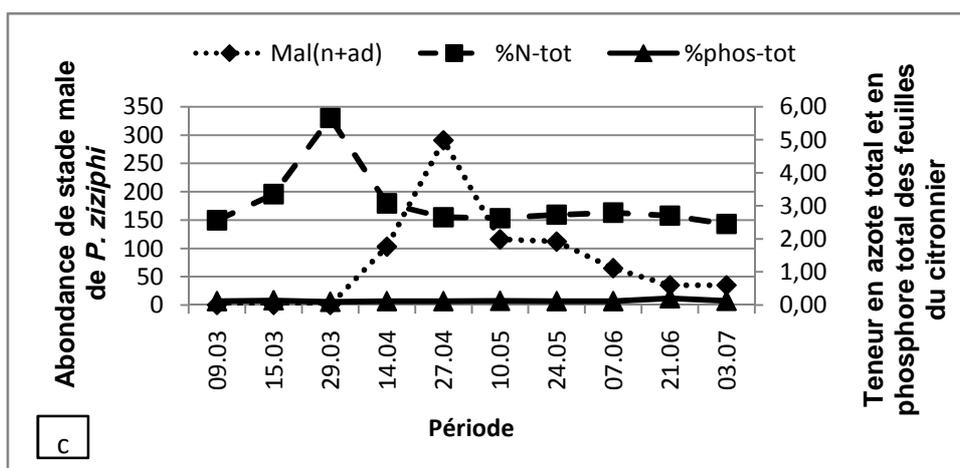
#### B.1.1.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en éléments chimiques :

**Figure 14:** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier:

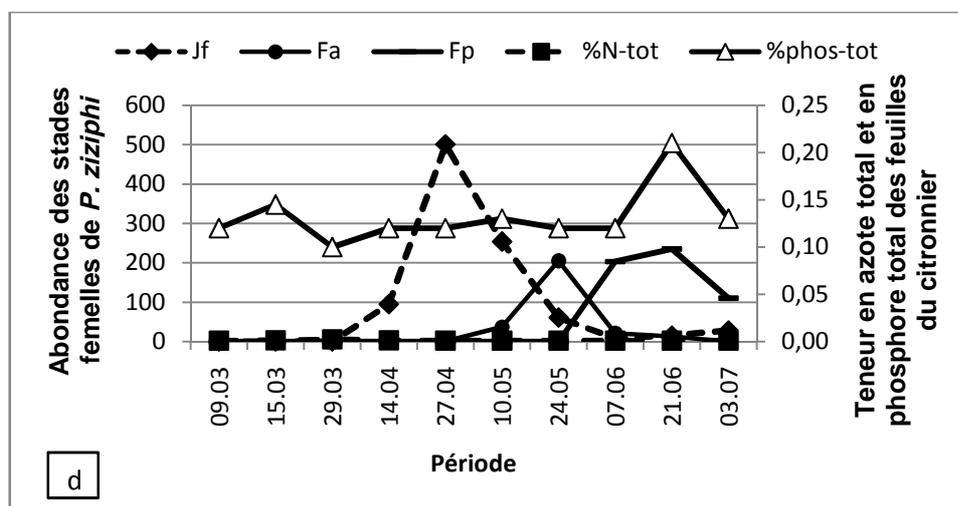


SL= stade larvaire. %N-tot : pourcentage d'azote total. %phos-tot : pourcentage du phosphore total





ad : adulte. n : nymphe

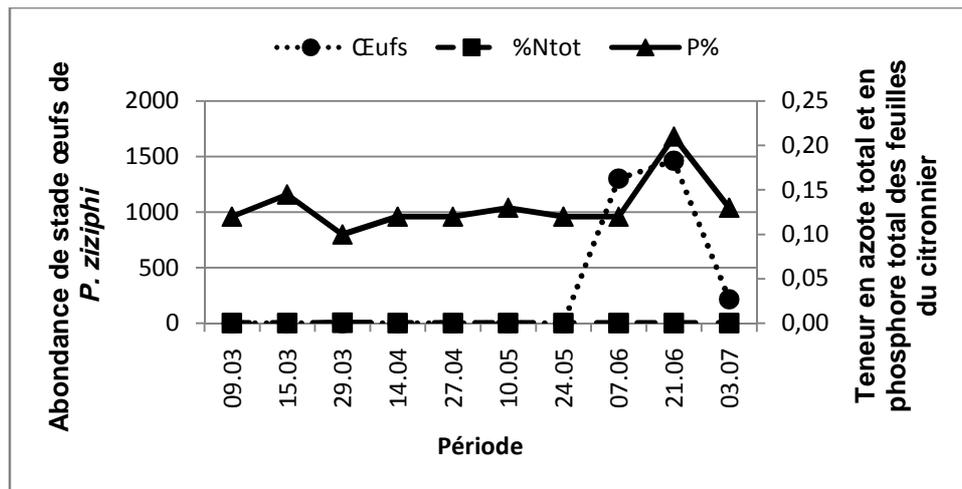


**Tableau 08:** Corrélation entre l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en azote total et en phosphore totale :

	SL(L1m+L1f)	L2f	Mal(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%N-tot	%phos-tot
SL(L1m+L1f)	0	0,97451	0,32459	0,5038	0,58392	0,56065	0,43881	0,57622
L2f	-0,011652	0	0,60916	0,62411	0,21733	0,79291	0,36211	0,94759
Mal(n+ad)	-0,34789	0,18486	0	6,79E-05	0,64738	0,54573	0,33946	0,61038
Jf	-0,24023	0,17731	0,93601	0	0,90864	0,35748	0,47034	0,64319
Fa	-0,19776	-0,42791	0,16567	-0,041836	0	0,68488	0,63238	0,77577
Fp	-0,20985	-0,095538	-0,21769	-0,3263	-0,1472	0	0,4733	0,056221
%N-tot	0,27679	0,32334	-0,338	-0,25877	-0,17315	-0,25711	0	0,34654
%phos-tot	0,20174	0,023973	-0,18424	-0,16775	-0,10361	0,61928	-0,33337	0

Sur le tableau 08 une corrélation positive et significative est observée entre l'abondance de stade femelle pondreuse de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en phosphore total ( $r=0,619$ ,  $p=0,05$ ,  $p<5\%$ ). Ce qui explique que le phosphore agit positivement sur la croissance du stade femelle pondreuse (figure 14).

**Figure 15:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier:



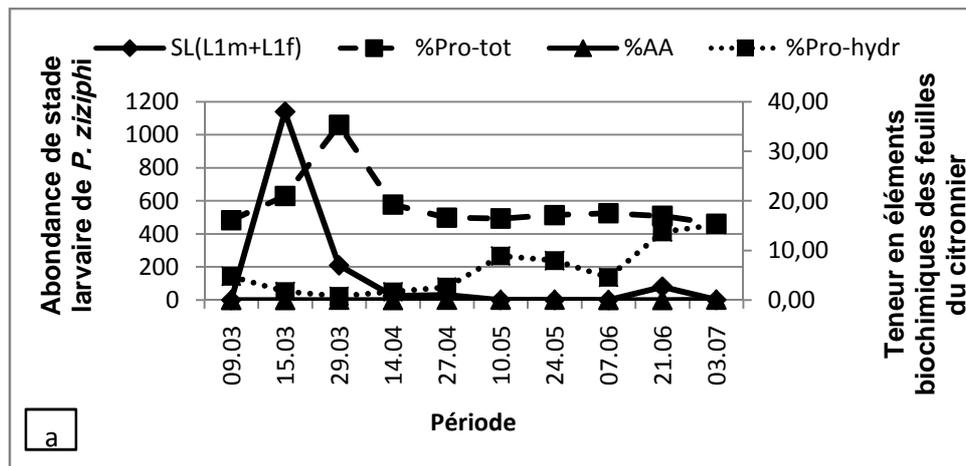
**Tableau 09 :** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en azote total et en phosphore totale :

	Cœufs	%Ntot	P%
Cœufs	0	0,57296	0,052305
%Ntot	-0,20343	0	0,34654
P%	0,62711	-0,33337	0

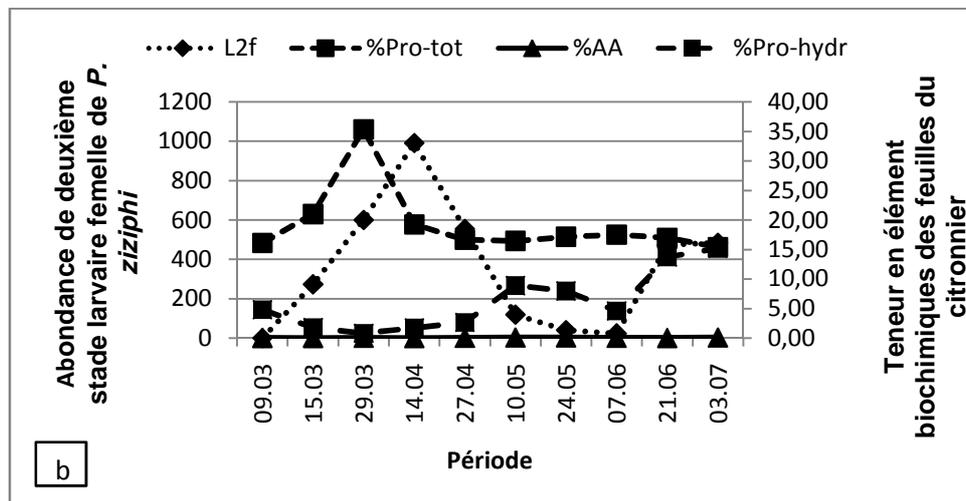
De ces résultats, apparaisse une corrélation positive et significative entre la teneur du phosphore total dans les feuilles du citronnier et l'abondance de la fécondité de *P. ziziphi* ( $r=0,62$ ,  $p=0,05$ ,  $p<5\%$ ). Ce qui explique que la femelle pondreuse a besoin de l'élément phosphore pour une meilleur ponte qui assure sa progéniture (tableau 09 et figure 15).

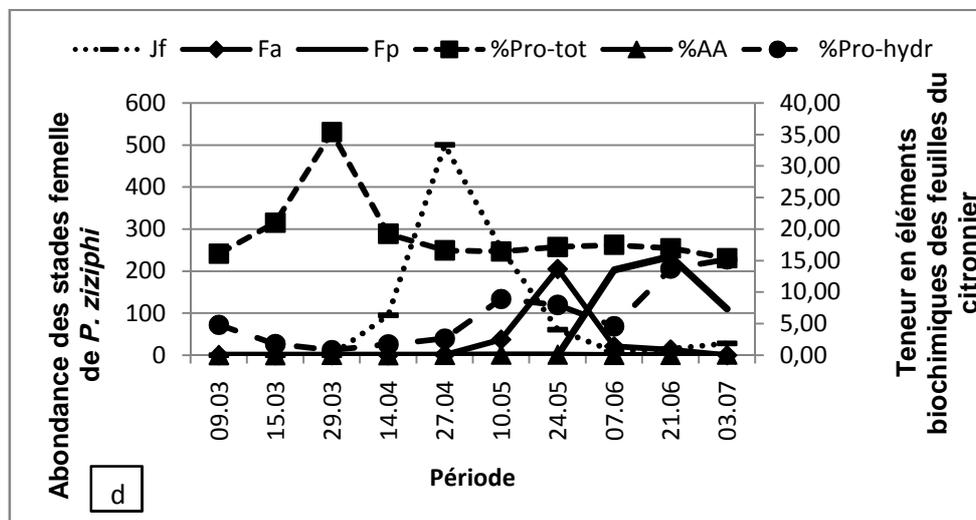
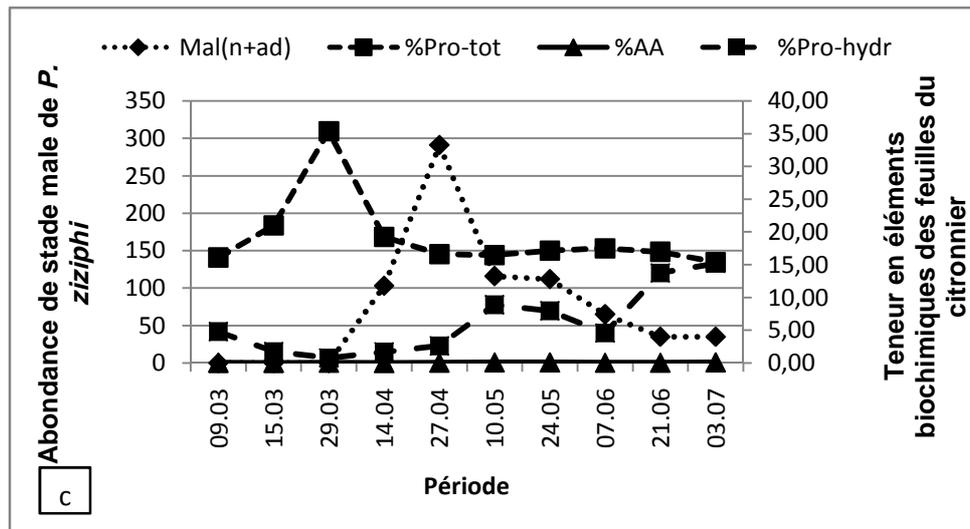
**B.1.2.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en éléments biochimiques :**

**Figure 16 :** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en acides aminés, en protéines totales et en protéines hydrosolubles des feuilles du citronnier:



%AA : pourcentage des acides aminés. %pro-tot : pourcentage des protéines totaux. %pro-hydr : pourcentage des protéines hydrosolubles.





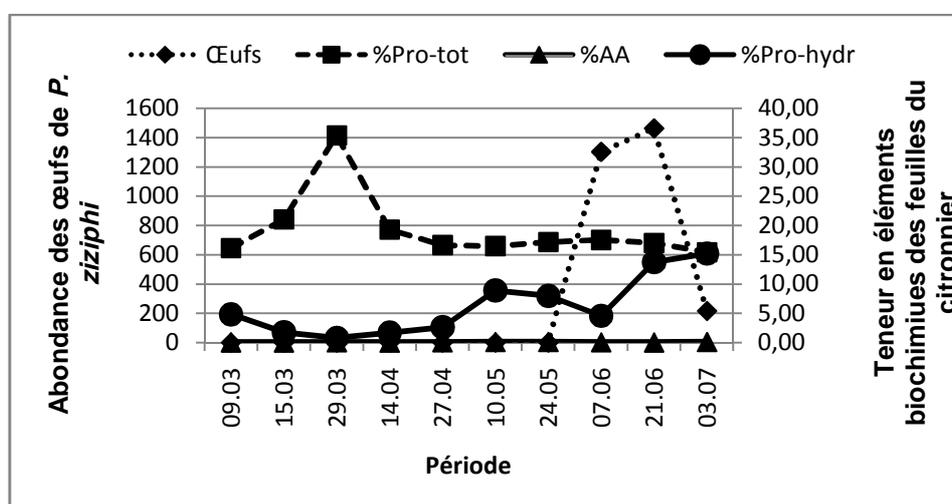
**Tableau10:** Corrélation entre l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés:

	SL(L1m+L1f)	L2f	Mal(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
SL(L1m+L1f)	0	0,97451	0,32459	0,5038	0,58392	0,56065	0,43949	0,42959	0,31051
L2f	-0,011652	0	0,60916	0,62411	0,21733	0,79291	0,36315	0,26925	0,6218
Mal(n+ad)	-0,34789	0,18486	0	6,79E-05	0,64738	0,54573	0,3373	0,67116	0,72309
Jf	-0,24023	0,17731	0,93601	0	0,90864	0,35748	0,46794	0,62129	0,6898
Fa	-0,19776	-0,42791	0,16567	-0,041836	0	0,68488	0,63343	0,1109	0,62135
Fp	-0,20985	-0,095538	-0,21769	-0,3263	-0,1472	0	0,47394	0,7686	0,088443
%Pro-tot	0,2764	0,32268	-0,33943	-0,26013	-0,17263	-0,25675	0	0,57738	0,12357
%AA	-0,28217	-0,38699	0,15392	0,17872	0,53519	-0,107	-0,20114	0	0,084843
%Pro-hydr	-0,35748	-0,17847	-0,1287	-0,1448	0,17869	0,56549	-0,51979	0,57079	0

L'analyse de corrélation linéaire a montré une corrélation marginale et positive entre la teneur des feuilles du citronnier en protéines hydrosolubles et l'abondance de stade femelle pondueuse de *P. ziziphi* ( $r=0,56$ ,  $p=0,08$ ,  $p>5\%$ ).

Ce besoin marginale et temporaire en protéines hydrosoluble montré par les femelles pondueuses est probablement nécessaire pour faciliter l'éclosion de premier stade larvaire mobile (figure 16).

**Figure 17:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en éléments biochimiques des feuilles du citronnier:



**Tableau 11:** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés :

	Œufs	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
Œufs	0	0,57343	0,51524	0,24116
%Pro-tot	-0,20319	0	0,57738	0,12357
%AA	-0,234	-0,20114	0	0,084843
%Pro-hydr	0,40852	-0,51979	0,57079	0

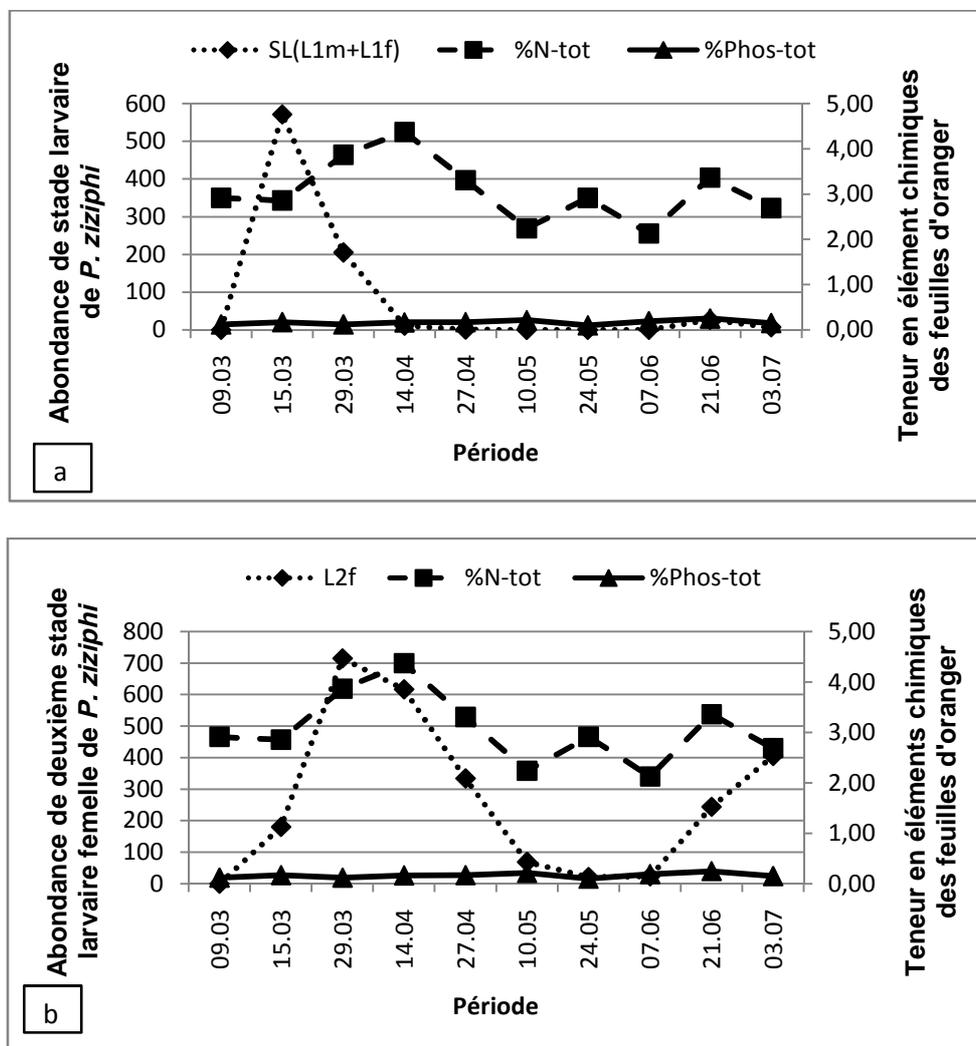
Selon les résultats du tableau 11, aucune corrélation n'est marquée entre l'abondance des œufs de la population de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du citronnier en éléments biochimiques.

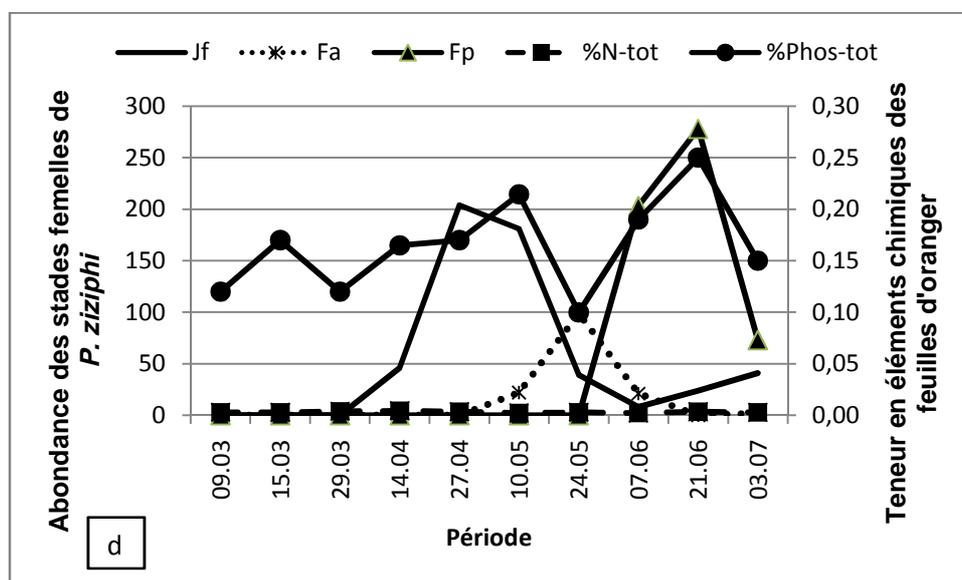
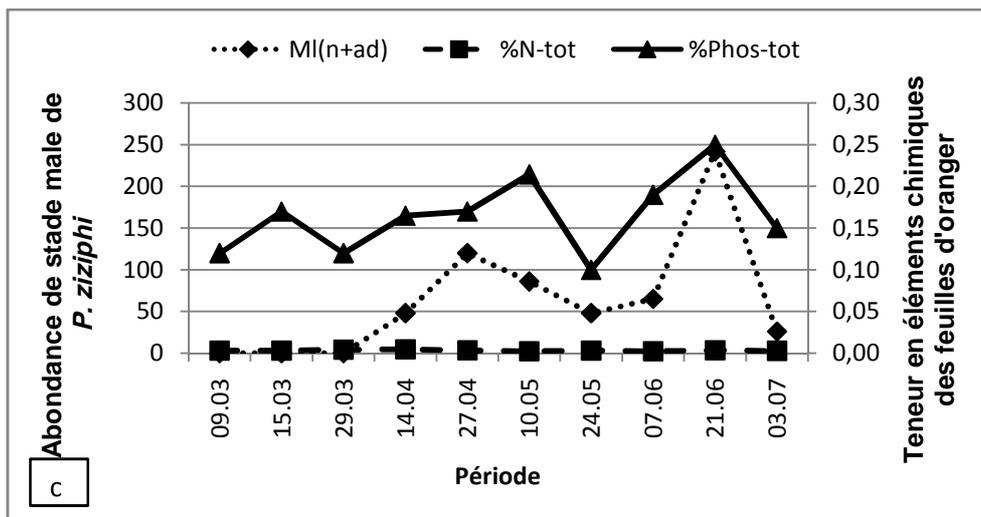
Les éléments biochimiques semblent ne pas avoir un effet sur l'abondance du stade œufs. Concernant la qualité des œufs, on est appelé à réaliser l'analyses biochimiques de ces œufs pour étudier leur impact (figure 17).

## B.2.Cas d'oranger :

### B.2.1.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en éléments chimiques :

**Figure 18:** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles d'oranger:





**Tableau 12:** Corrélation entre l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en azote total et en phosphore totale :

	SL(L1m+L1f)	L2f	MI(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%N-tot	%Phos-tot
SL(L1m+L1f)	0	0,73556	0,29506	0,326	0,52054	0,53152	0,87031	0,87706
L2f	0,12272	0	0,77257	0,88436	0,18204	0,61534	0,0056055	0,80081
MI(n+ad)	-0,36827	-0,10512	0	0,33723	0,88592	0,025778	0,93115	0,0086309
Jf	-0,34695	-0,053013	0,33947	0	0,97146	0,44521	0,71833	0,43842
Fa	-0,23114	-0,45903	-0,052294	0,01305	0	0,72937	0,43364	0,26298
Fp	-0,22525	-0,18173	0,6947	-0,27309	-0,12569	0	0,55272	0,035488
%N-tot	0,059496	0,79855	0,031507	-0,13099	-0,2798	-0,21401	0	0,67857
%Phos-tot	-0,056379	-0,091828	0,77378	0,27702	-0,39169	0,66607	-0,15029	0

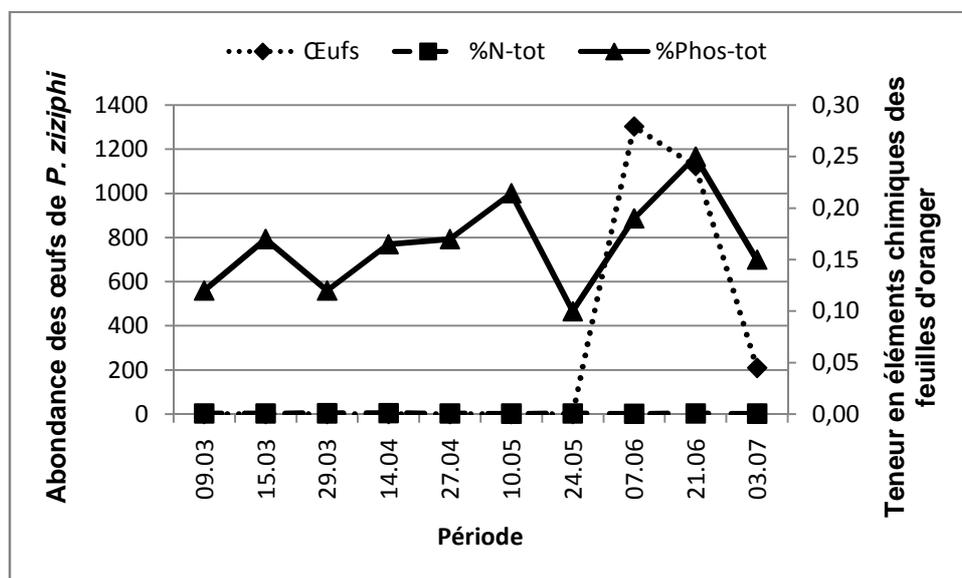
Le tableau de l'analyse de corrélation (tableau 12) fait ressortir une corrélation hautement significative et positive entre l'abondance des L2 femelles et le taux d'azote total dans les feuilles d'oranger et entre l'abondance des males et le taux du phosphore total dans les feuilles d'oranger avec les probabilités respectives ( $r_1=0,79$  ;  $p_1=0,005$  et  $r_2=0,77$  ;  $p_2=0,008$  ;  $p<5\%$ ). Ainsi, une corrélation positive et significative est marquée entre l'abondance des femelles pondueuses et le taux du phosphore total dans les feuilles d'oranger ( $r=0,66$  ;  $p=0,03$  ;  $p<5\%$ ).

Ces résultats signifient que (figure 18) :

-l'élément azote offre au stade L2 femelle une bonne croissance.

-le stade male à besoin de l'élément phosphore pour la fécondation qui contribue à une meilleur ponte comme il agit positivement sur la croissance des femelles pondueuse.

**Figure 19:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du citronnier:



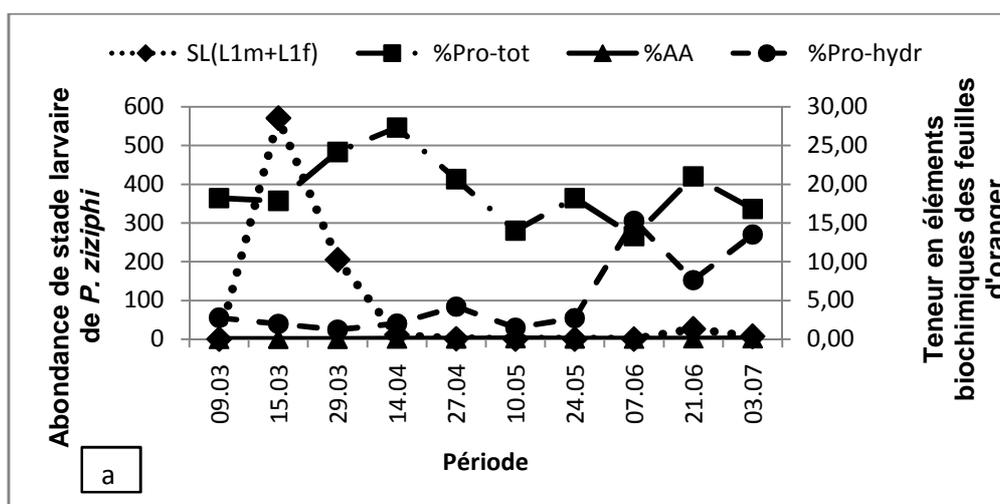
**Tableau 13:** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en azote total et en phosphore total :

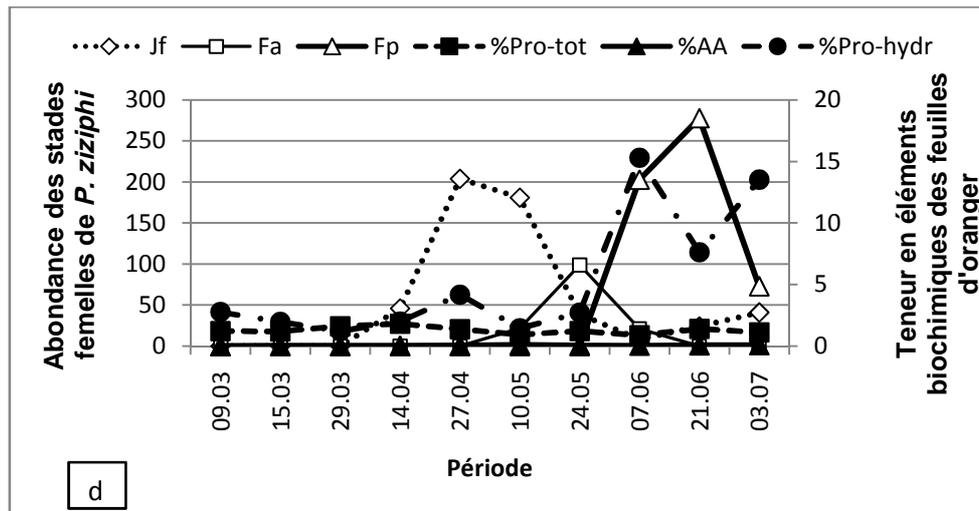
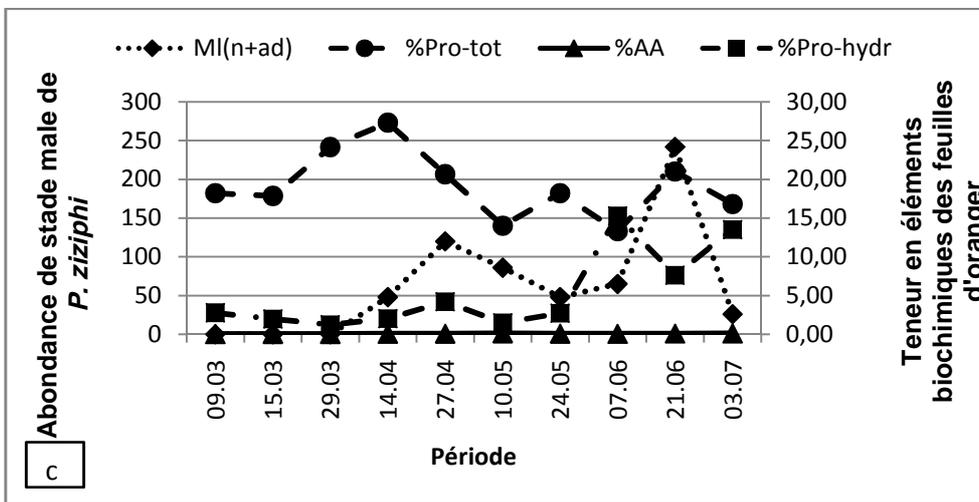
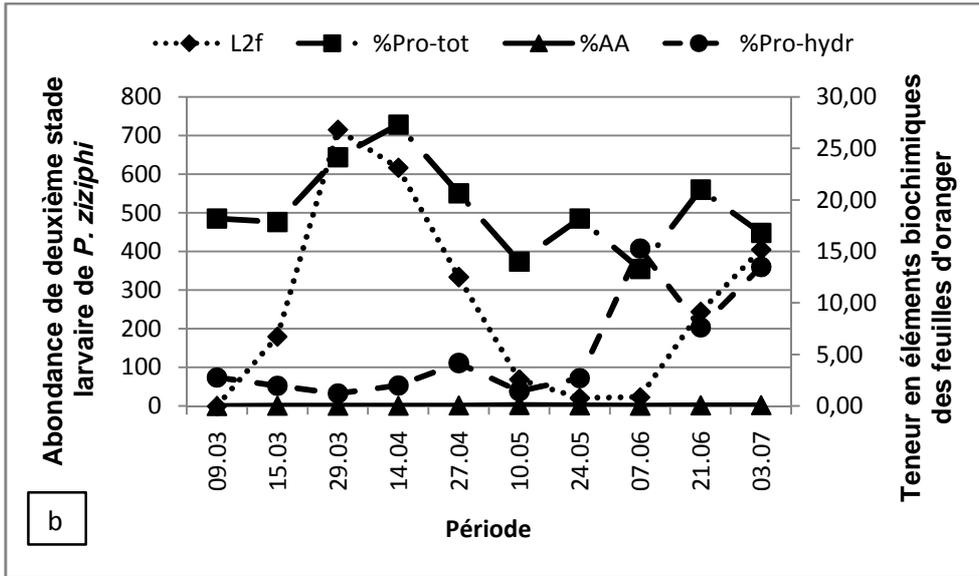
	Œufs	%N-tot	%Phos-tot
Œufs	0	0,38856	0,063644
%N-tot	-0,3068	0	0,67857
%Phos-tot	0,60539	-0,15029	0

Le tableau de l'analyse de corrélation fait ressortir une corrélation marginale et positive entre l'abondance des œufs et le taux du phosphore total dans les feuilles d'oranger ( $r=0,60$  ;  $p=0,06$  ;  $p>5\%$ ). Ce qui explique que la femelle pondreuse à besoin de l'élément phosphore pour une meilleur ponte qui assure sa progéniture (figure 19).

### B.2.2.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en éléments biochimiques :

**Figure 20:** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en protéines totaux, protéines hydrosolubles et acides aminés des feuilles d'oranger:





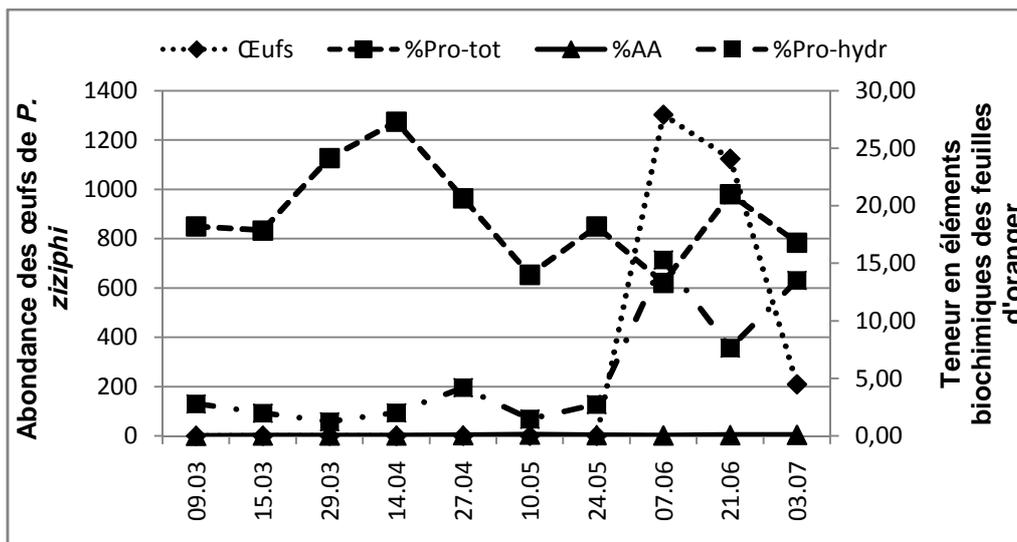
**Tableau 14:** Corrélation entre l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés:

	SL(L1m+L1f)	L2f	MI(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
SL(L1m+L1f)	0	0,73556	0,29506	0,326	0,52054	0,53152	0,87422	0,2626	0,38417
L2f	0,12272	0	0,77257	0,88436	0,18204	0,61534	0,0057681	0,71175	0,63242
MI(n+ad)	-0,36827	-0,10512	0	0,33723	0,88592	0,025778	0,92922	0,17835	0,57698
Jf	-0,34695	-0,053013	0,33947	0	0,97146	0,44521	0,71593	0,070281	0,58464
Fa	-0,23114	-0,45903	-0,052294	0,01305	0	0,72937	0,43644	0,3914	0,83344
Fp	-0,22525	-0,18173	0,6947	-0,27309	-0,12569	0	0,55439	0,67609	0,025683
%Pro-tot	0,057691	0,797	0,032392	-0,13214	-0,27817	-0,21313	0	0,31429	0,17428
%AA	-0,39197	-0,13416	0,46248	0,59384	0,30505	0,1515	-0,35488	0	0,62175
%Pro-hydr	-0,3095	-0,17313	0,20135	-0,19739	0,076588	0,69502	-0,46634	0,17849	0

Selon le tableau de l'analyse de corrélation, une corrélation très hautement significative et positives est marquée entre l'abondance de deuxième stade larvaire femelle et le taux en protéines totaux dans les feuilles d'oranger ( $r=0,79$  ;  $p=0,005$ ,  $p<5\%$ ). Ainsi, une corrélation marginale et positives est notée entre l'abondance des jeunes femelle et la teneur des feuilles d'oranger en acides aminés ( $r=0,59$  ;  $p=0,07$  ;  $p>5\%$ ) et enfin une corrélation significative et positives est observée entre l'abondance des femelles pondueuses et la teneur en protéines hydrosolubles dans les feuilles d'oranger ( $r=0,69$  ;  $p=0,02$  ;  $p<5\%$ ).

Ces résultats expliquent que le stade L2f utilise les protéines totaux pour leur croissance, alors que le stade jeune femelle ont besoin des acides aminés pour leur passage au stade femelle ovigère (femelle adulte) qui est prête à être féconder et produire des œufs et enfin la femelle pondueuse à besoin des protéines hydrosolubles pour faciliter l'éclosion de premier stade larvaire mobile (figure 20).

**Figure 21:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés des feuilles d'oranger:



**Tableau 15:** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d’oranger en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés:

	Œufs	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
Œufs	0	0,38946	0,89813	0,014601
%Pro-tot	-0,30624	0	0,31429	0,17428
%AA	0,046672	-0,35488	0	0,62175
%Pro-hydr	0,73904	-0,46634	0,17849	0

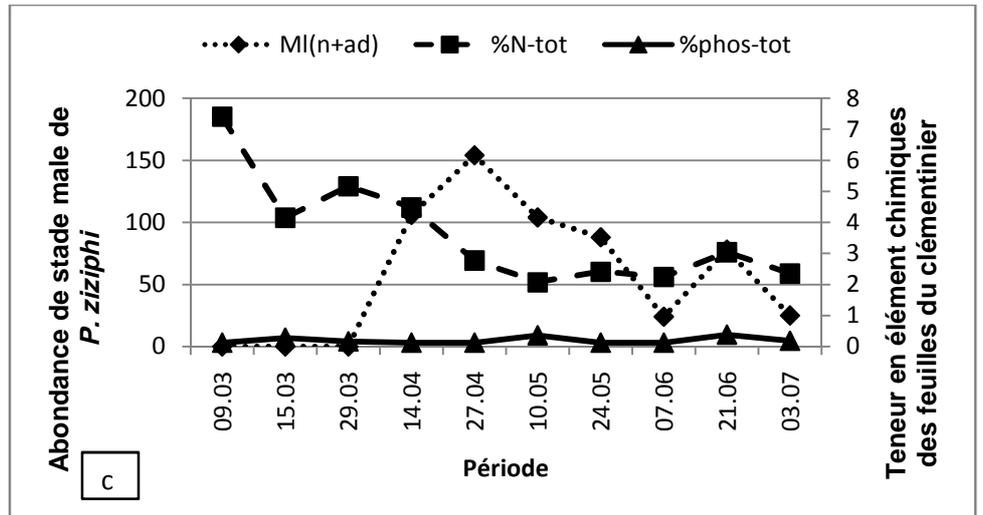
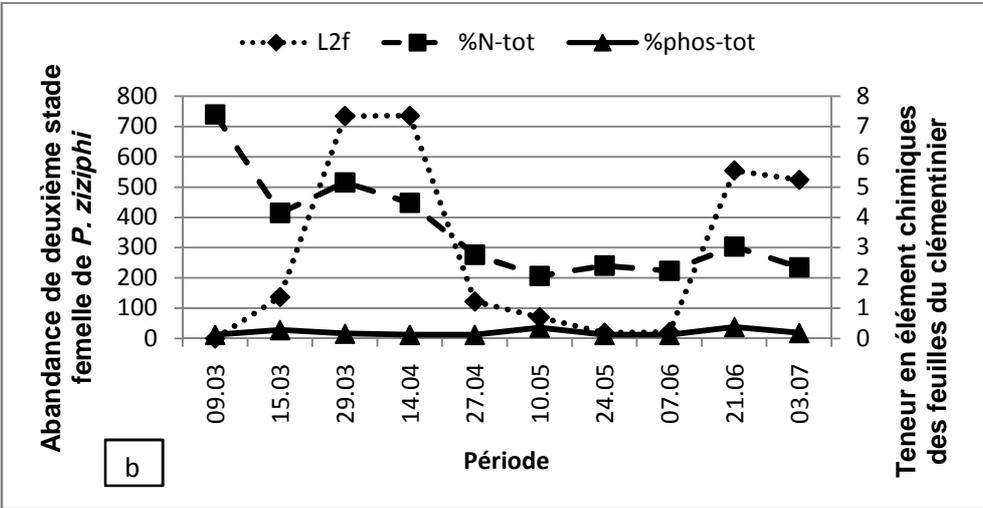
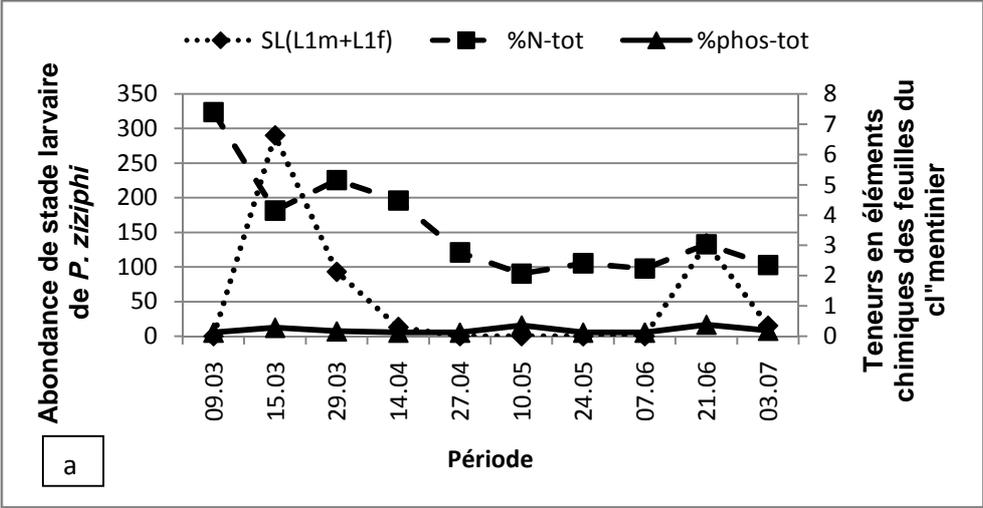
Le tableau de l’analyse de corrélation révèle une corrélation significative et positive entre l’abondance des œufs de *P. ziziphi* et la teneur en protéines hydrosolubles dans les feuilles d’oranger ( $r=0,73$  ;  $p=0,01$  ;  $p<5\%$ ).

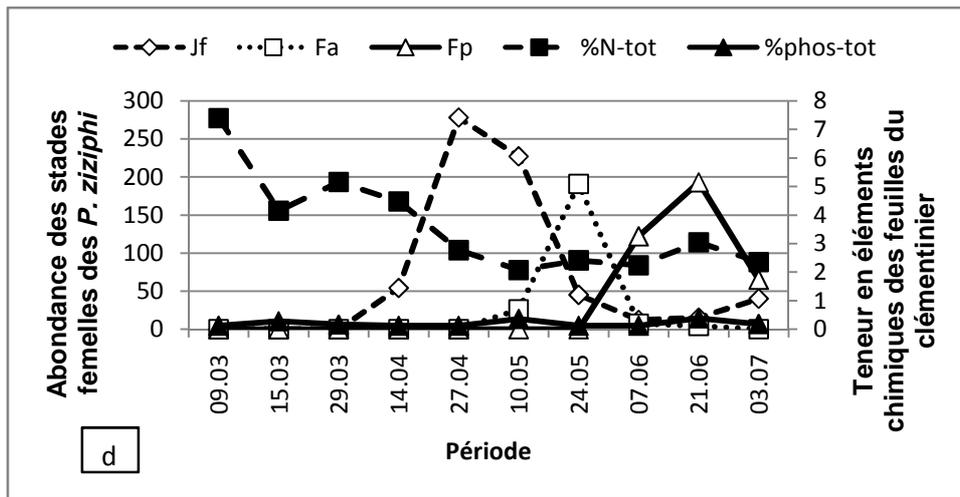
Chez l’oranger les protéines hydrosolubles semble avoir un effet sur l’abondance des œufs ce qui est différent en cas du citronnier (figure 21).

### B.3.Cas du clémentinier:

#### B.3.1.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en éléments chimiques :

**Figure 22:** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du clémentinier:





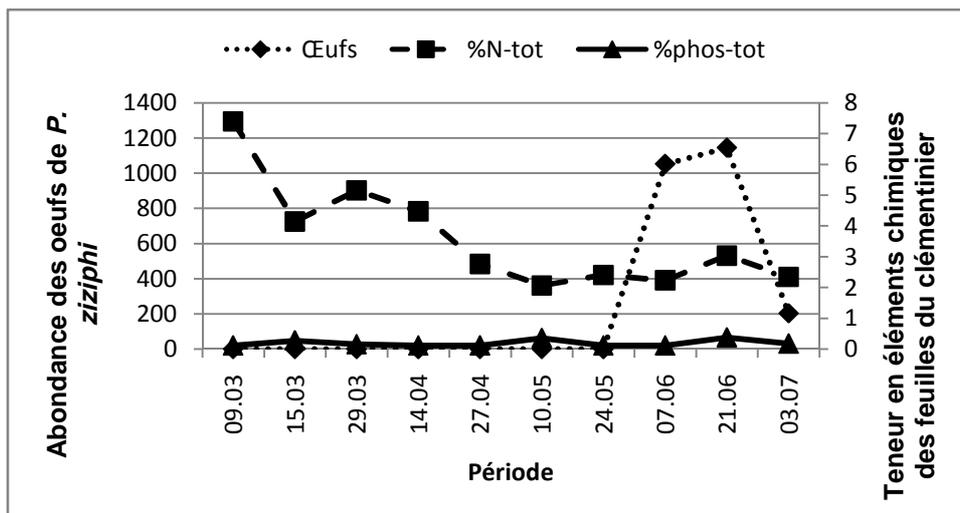
**Tableau 16:** Corrélation entre l’abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en azote total et en phosphore total:

	SL(L1m+L1f)	L2f	MI(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%N-tot	%phos-tot
SL(L1m+L1f)	0	0,66909	0,23841	0,26915	0,5173	0,77306	0,67959	0,14393
L2f	0,15494	0	0,90888	0,44511	0,3132	0,63137	0,7157	0,83448
MI(n+ad)	-0,4107	-0,041728	0	0,0056163	0,52306	0,84583	0,15463	0,8847
Jf	-0,38707	-0,27315	0,79845	0	0,9733	0,39859	0,2136	0,77568
Fa	-0,23289	-0,35563	0,22978	-0,012206	0	0,59496	0,38887	0,62046
Fp	0,10489	0,17366	-0,070834	-0,30067	-0,19209	0	0,33335	0,26164
%N-tot	0,14979	0,13226	-0,48576	-0,43106	-0,30661	-0,34204	0	0,43955
%phos-tot	0,49697	0,076106	0,052857	0,10365	-0,17914	0,3927	-0,27637	0

Le tableau de l’analyse de corrélation (tableau 16) n’a montré aucune corrélation entre l’abondance des stades de développements de *P. ziziphi* et le teneur des feuilles du clémentinier en éléments chimiques.

Ce résultat explique que les différents stades de *P. ziziphi* ne montrent pas une dépendance claire aux éléments étudiés. Sur la figure 22.d, les femelles pondueuses montre une légère dépendance d’azote et du phosphore le 21 juin 2011.

**Figure 23:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en azote total et en phosphore total des feuilles du clémentinier:



**Tableau 17 :** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en azote total et en phosphore total:

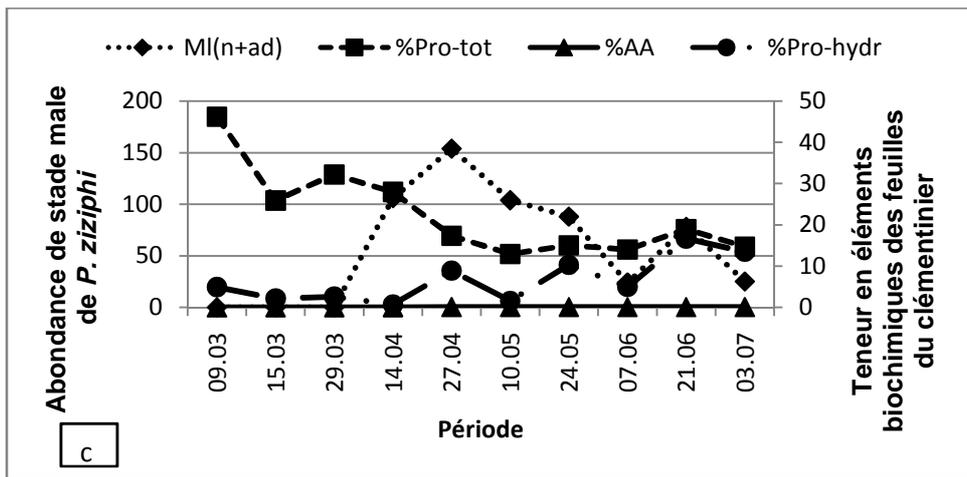
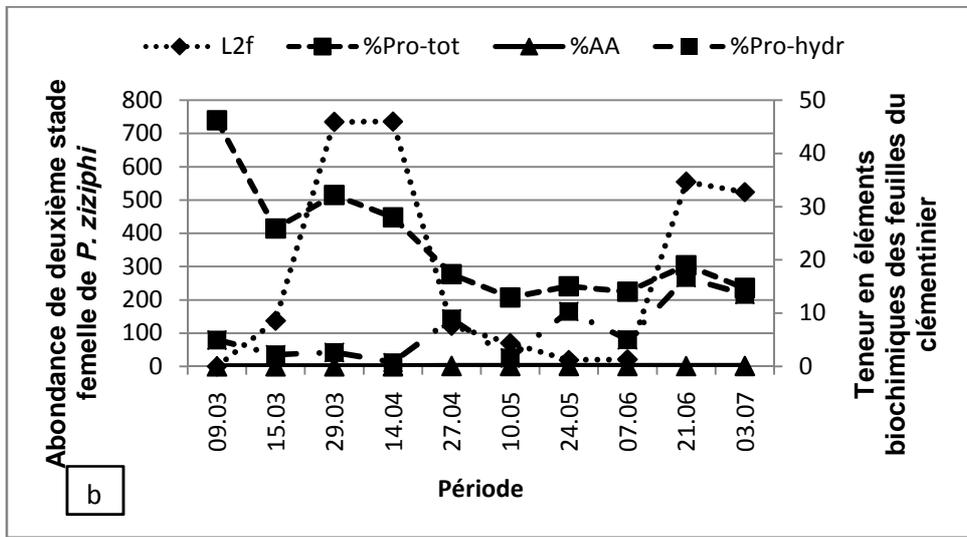
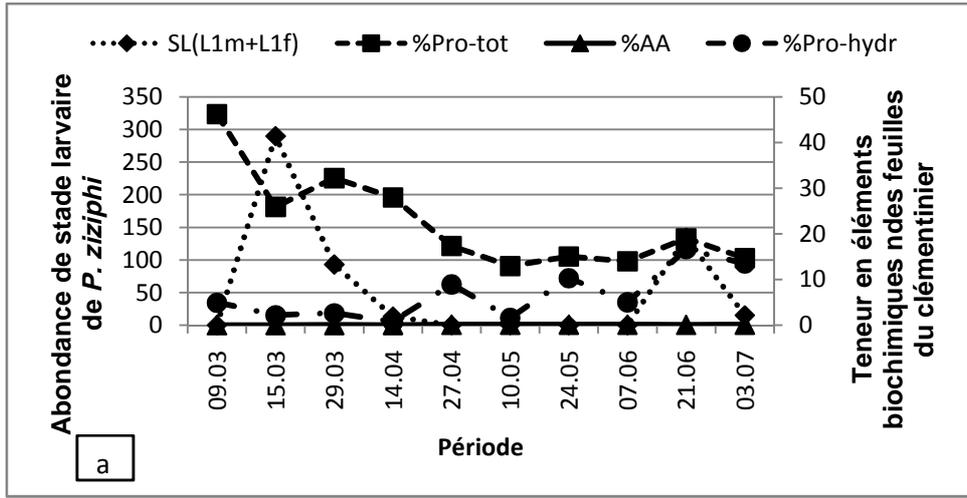
	Œufs	%N-tot	%phos-tot
Œufs	0	0,34548	0,40615
%N-tot	-0,33406	0	0,43955
%phos-tot	0,2961	-0,27637	0

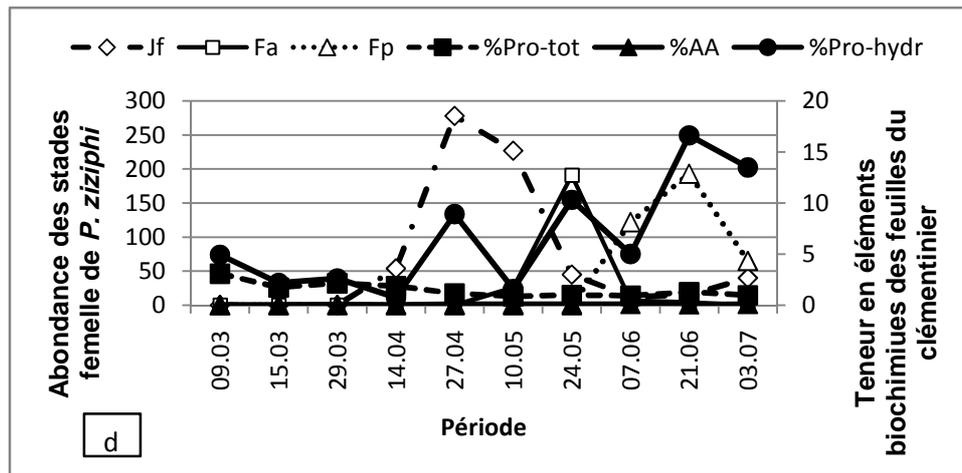
Le tableau de l'analyse de corrélation (tableau 17) n'a montré aucune corrélation entre l'abondance des œufs de *P. ziziphi* et le teneur des feuilles du clémentinier en éléments chimiques.

Sur clémentinier, les femelles pondeuse n'ont pas besoin du phosphore pour la ponte ce qui est différent sur citronnier et oranger.

### B.3.2.Relation nutritionnelle de la population de chaque stade de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en éléments biochimiques :

**Figure 24:** Fluctuations des différents stades biologiques de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en protéines totaux, protéines hydrosolubles et acides aminés des feuilles du clémentinier:



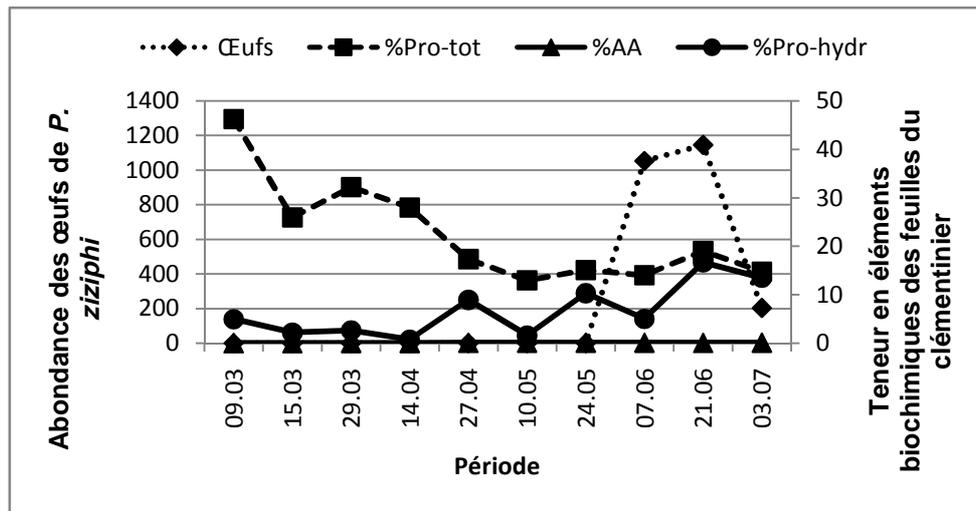


**Tableau 18:** Corrélation entre l'abondance des stades de développement de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés:

	SL(L1m+L1f)	L2f	MI(n+ad)	Jf	Fa	Fp	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
SL(L1m+L1f)	0	0,66909	0,23841	0,26915	0,5173	0,77306	0,68082	0,12563	0,85837
L2f	0,15494	0	0,90888	0,44511	0,3132	0,63137	0,71591	0,45844	0,82972
MI(n+ad)	-0,4107	-0,041728	0	0,0056163	0,52306	0,84583	0,15518	0,22314	0,65798
Jf	-0,38707	-0,27315	0,79845	0	0,9733	0,39859	0,21438	0,20604	0,88318
Fa	-0,23289	-0,35563	0,22978	-0,012206	0	0,59496	0,38807	0,22709	0,57183
Fp	0,10489	0,17366	-0,070834	-0,30067	-0,19209	0	0,33348	0,44171	0,042143
%Pro-tot	0,14919	0,13216	-0,4852	-0,4304	-0,3071	-0,34195	0	0,00065172	0,29371
%AA	-0,51738	-0,26551	0,42308	0,43753	0,41983	0,27511	-0,88558	0	0,26036
%Pro-hydr	-0,065018	0,078322	0,16042	-0,053558	0,20402	0,64942	-0,36923	0,39367	0

L'analyse de tableaux de corrélation a révélée une corrélation significative et positive entre l'abondance des femelles fondeuse et le taux des feuilles du clémentinier en protéines hydrosolubles( $r=0,64$  ;  $p=0,04$  ;  $p<5\%$ ). Ce qui explique que les femelles pondueuses utilisent les protéines hydrosolubles pour faciliter l'éclosion de premier stade larvaire mobile (figure 24).

**Figure 25:** Fluctuations de la fécondité de *P. ziziphi* en fonction de la teneur en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés des feuilles du clémentinier:



**Tableau 19:** Corrélation entre la fécondité de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés:

	CEufs	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
CEufs	0	0,34549	0,42343	0,14586
%Pro-tot	-0,33405	0	0,00065172	0,29371
%AA	0,28579	-0,88558	0	0,26036
%Pro-hydr	0,49491	-0,36923	0,39367	0

Le tableau 19 ne montre aucune corrélation entre l'abondance des œufs de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles du clémentinier en éléments biochimiques.

Par contre la figure 25, montre que le taux des protéines hydrosolubles agit positivement le 21 juin 2011 sur le taux des œufs sur clémentinier.

## **Discussion :**

A partir des résultats préliminaires obtenus à travers les analyses chimiques que nous avons réalisées, nous pouvons déduire, en comparant nos résultats avec les normes de Chapman (1960), que les arbres de citronnier, d'oranger et du clémentinier, à partir desquels nous avons effectué notre échantillonnage, présentaient des teneurs variables pour l'azote et le phosphore durant tous les mois de la saison printanière.

Les données de notre étude postulant que nos plants représentent des teneurs d'azote variable d'un niveau bon à un niveau très élevé par un nombre d'effectifs important par contre les teneurs du phosphore varient d'un niveau faible à un niveau très élevé pour toute la saison printanière.

Cette élévation en azote et en phosphore est due à l'état jeunes de nos plants car d'après Smith(1962) cité par Mengel et Kirkby (1978), la teneur en azote et en phosphore décroît avec l'âge *Citrus*. Saighi, (1998) montre par ces travaux que la physiologie de l'arbre joue un rôle important dans la distribution spatio-temporelle de cette cochenille. La relation plantes hôtes-cochenilles est d'ordre nutritionnel, ainsi l'équilibre physiologique de la plante hôte à une grande influence sur le développement des arthropodes piqueurs-suceurs entre autres les diaspines. Ces dernières modifient considérablement leur comportement, selon l'importance des éléments nutritifs mis à leur disposition

L'évolution des cochenilles est intimement liée à celle des *Citrus* qui l'hébergent (BERKANI, 1995)

Les insectes spécifiques à une plante, comme le cas de notre espèce, doivent y retrouver certaines caractéristiques nutritionnelles essentielles, c'est-à-dire que le contenu en substance nutritive de la plante qui lui permet de réaliser correctement son cycle vital, le plus rapidement possible. Il lui assure aussi un bon fitness et la survie de sa progéniture. En effet, il est évident que les substances chimiques contenues dans les plantes ont joué et jouent encore un rôle très important dans la relation des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes (Nicole, 2002).

La plupart de ces composés proviennent de la nourriture mais certains peuvent être synthétisés par l'insecte (Dadd 1977 in Kumbasli, 2005).

La feuille est le lieu où s'élaborent tous les éléments minéraux et c'est en son sein que s'élaborent aussi les matières organiques de base qui se transforment ensuite pour constituer la substance des différents organes. Les préférences de cette cochenille aux agrumes est du probablement à l'écologie de cette Diaspine, et comme cette cochenille pullulent moins les nouvelles feuilles émises par les poussées de sève, on peut expliquer cette attitude par le fait que les jeunes feuilles sont très riches en eau (environ 90%), en éléments non nutritifs (tanins et polyphénols) et elles sont moins riches en éléments nutritifs.

L'activité de *Parlatoria zizyphi* serait donc liée non seulement aux conditions climatiques des périodes sus indiquées mais aussi aux constituants chimiques et biochimiques des feuilles issues des poussées de sève qui apportent à l'insecte les éléments nutritifs indispensables à leur développement (Oueld mahmoudi, 2002).

Brewer *et al*, (1985), signalent que l'azote influence positivement la vitesse du développement de *P. zizyphi* durant les premiers stades larvaires (jeunes larves) et aussi durant toute la période larvaire. Certains travaux de Bidon (1993), montre qu'il existe une forte relation entre les performances de l'insecte et le taux d'azote. Le développement larvaire est affecté quel que soit le taux d'azote total.

De plus, la qualité nutritive des feuilles s'améliore généralement en cas de sécheresse (stress hydrique), par suite de l'augmentation des concentrations en composés azotés solubles. Egalement, une conséquence majeure des sécheresses est de provoquer l'affaiblissement des arbres et de conduire à une baisse de leurs capacités de résistance.

Nous avons pu remarquer, à travers nos résultats, que la teneur en azote était assez élevée pendant le mois de juin et le début juillet, malgré ça, les effectifs de la cochenille et sa fécondité restaient plus ou moins faibles et stables, cela certainement à cause de fin de cycle printanier.

Plusieurs auteurs (Southwood, 1978 in Mattson et Haack, 1987 ; McNeill et Delisle, 1989, et Bidon, 1993 *in* Kumbasli, 2005) ont signalé que l'azote joue un rôle primordial dans la croissance et le développement des insectes phytophages.

Par ailleurs, l'azote reste le pilier de la fumure des agrumes. C'est l'élément le plus demandé, le plus fugace et tous les spécialistes et praticiens s'accordent à le reconnaître comme le principal facteur des hauts rendements.

Les besoins nutritionnels d'un insecte changent avec le temps selon les besoins pour la croissance, la reproduction, la diapause et la migration.

La plante s'alimente en phosphore à partir de la solution du sol. Néanmoins, le mauvais travail du sol ne permet pas l'enfouissement de la fumure minérale phosphopotassique (Loussert, 1989). Le pou noir a su probablement, utiliser les petites quantités de phosphore dans son métabolisme, cela peut s'expliquer par les résultats obtenus qui montrent que le nombre des individus de cet insecte et sa fécondité augmente et diminue avec l'élévation et la régression de cet élément.

Il convient de retenir les résultats obtenus par Martin-Prevel *et al*, (1984) et Vincent et Bovin (1986), qui reconnaissent que le phosphore augmente et améliore la saveur de la plante hôte et permet à l'insecte d'abord de découvrir l'habitat de l'hôte, après la découverte de l'hôte et enfin l'exploration de l'hôte en vue de l'exploitation pour la nourriture et/ou la reproduction.

Mauri (1956 *in* Kara, 1984) avance que cet élément est le moins important dans toutes les fumures pour les agrumes. Toute fois, et en liaison avec les apports d'azote et de potasse, la fumure phosphatée favorise la résistance au froid des végétaux en permettant d'y accroître la concentration du suc cellulaire (Gervy, 1970).

En ce qui concerne les protéines hydrosolubles et les acides aminés, nous avons vu dans la partie résultats qu'ils n'ont montré aucune corrélation avec les stades de la cochenille sauf pour le stade femelle pondreuse, on remarque une corrélation marginale. Ce qui semble qu'elles n'ont pas un effet sur l'abondance de cette cochenille mais probablement avoir un effet sur la qualité.

Van Emden et Wearing 1967 (in Chaboussou, 1975), ont signalé que le niveau et le transfert de l'azote solubles sont accrus par une déficience en potassium qu'accélère la sénescence de la feuille et par suite le déclenchement de l'hydrolyse des protéines (libération des acides aminés).

Ainsi, Chaboussou (1975), a montré que, vis-à-vis de ces Arthropodes piqueurs suceurs, la sensibilité de la plante se trouvait en relation avec une plus haute teneur de la sève en acides aminés libres.

En 1994, Bauce et *al.*, ont prouvé que la valeur nutritive et les profils allélochimiques du feuillage varient selon l'âge des arbres (Kumbasli, 2005). En outre, une grande différence peut exister entre les strates de la même plante, exemple l'âge des feuilles, aussi la position des feuilles, l'influence de l'exposition au soleil, l'humidité, la fertilisation et les facteurs écologiques de natures biotique ou abiotique qui affectent la quantité et la qualité de l'alimentation des insectes phytophages (Klingauf, 1987).

Lagatu et Maune (1922) *in* Martin-Prevel et *al.*, (1984), définissent le diagnostic foliaire, fait à un instant donné, comme étant l'état chimique d'une feuille prise en place convenablement. Cette définition attire notre attention sur le fait que, étant un lieu de passage, la feuille a une composition en évolution permanente et qu'il convient de tenir compte du temps, des caractéristique de l'organe (âge, emplacement) si on veut tirer des conclusions valables de l'analyse qu'on aura effectuée.

## **C. Caractéristiques physico-chimiques de sol expérimental :**

### **C.1. Caractéristiques pédologique :**

#### **C.1.1. Granulométrie :**

L'analyse granulométrique a mis en évidence le pourcentage fractionnel de notre sol, et donc sa texture :

La connaissance de la teneur en argile permet une meilleure appréciation de la fertilité du sol (Calvet et Villemin, 1986)

L'analyse granulométrique a révélé les textures suivantes :

Une texture équilibrée pour les trois types de sol (Citronnier, Oranger, Clémentinier).

Au plan granulométrique, Jean-Marie Polese (2005), soulignait que la composition idéale d'un sol pour les agrumes est environ 50% de sable grossier, de 10% de sable fin, de 15% à 20% d'argile et de 15 à 20% de limon.

**Tableau 20:** Caractéristiques physiques et chimiques des sols étudiés :

Sols		Citronnier	Oranger	Clémentinier
Granulométrie	A%	8,41	8,1	11,03
	LF%	17,61	16,75	16,95
	LG%	16,46	13,29	7,7
	SF%	42,17	45,32	42,95
	SG%	15,35	16,53	21,37
	Texture	Equilibré	Equilibré	Equilibré

Selon Mutin J, les taux d'argiles ne doivent pas excéder en principe les 25%.

Alors que nos résultats des trois espèces indiquent un taux d'argile inférieur à celui-ci et à celle de Jean-Marie Polese, ils représentent un taux de 8,41% pour le citronnier, 8,1% pour l'oranger et 11,03% pour le clémentinier. Le taux de sable fin est plus élevé par rapport aux normes alors que le taux de sable grossier est beaucoup plus faible (tableau20).

En remarque que le taux de sable est plus important que celui de l'argile ce qui favorise le lessivage des éléments nutritifs par les irrigations du sol et pourrait avoir un effet néfaste sur l'alimentation potassique de la plante (Calvet et Villemin, 1986 in Bekkouche, 2009)

L'abondance des limons favorise la salinité du sol.

## C.2.Résultats d'analyses physicochimique du sol :

Les résultats obtenus à partir des analyses physicochimiques des volumes pédologiques des trois espèces sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 21:** Résultats des analyses physicochimiques :

Espèce	Caco3 actif %	Normes	PH	M.O %	Normes
Citrus limon	3,2	Pas de sensibilité >4%	7,02	3,28	>2%(Riche)
Citrus Washington Navel	3,6		7,44	3,28	>2%(Riche)
Citrus clémentina	3,2	Caco3 actif entre 1 et 5	7,15	3,13	>2%(Riche)

## **Discussion :**

### **\*La matière organique :**

La matière organique est une matière carbonée provenant d'êtres vivants végétaux et animaux. Elle est décomposée plus ou moins rapidement par l'activité biologique et joue un rôle essentiel dans la réserve nutritive du sol (Baize et Jabiol, 1995 ; Morel, 1996 ; Duchaufour, 1997) ; donc elle favorise l'alimentation minérale de la plante, sa minéralisation est une source continue d'éléments minéraux assimilables par les plantes, l'humus étant un colloïde, il augmente le pouvoir absorbant du sol, la fixation des ions échangeables apportés par les fertilisants se trouve améliorée. La matière organique a également des effets favorables sur les propriétés physiques du sol (amélioration de la perméabilité, de la stabilité, et de la capacité de rétention en eau,...) et chimique par la libération progressive des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en éléments minéraux apportés par les engrais (Callot et al, 1982)

L'appréciation du niveau de la matière organique se fait en fonction de la teneur du sol en argiles et celle du calcaire (Soltner, 2000)

Les taux de la matière organique varient entre 3,92 et 4,57. D'après Duchaufour, 1977 (in Bekkouche, 2009), les sols sont considérés riches en matière organique lorsque le pourcentage de présence de cette dernière est supérieur à 2%. A cet effet le sol étudié est considéré comme un sol riche en matière organique.

### **\*Le calcaire actif :**

La connaissance du calcaire actif est indispensable pour juger de l'aptitude fruitière d'un sol (Bouhier de l'Ecluse, 1983).

Le calcaire actif augmente dans le même sens que le calcaire total et influe sur l'immobilisation du phosphore et des oligo-éléments (Dogar, 1997).

Selon les normes, notre sol possède un taux normal de calcaire actif.

\*Le pH :

Selon l'échelle d'interprétation du pH eau signalé par (Gagnardet al, 1988) (tableau 29 annexe03), le sol du citronnier et d'oranger à une réaction légèrement alcaline dans ces différentes couches alors que le sol du clémentinier est voisin de la neutralité.

La valeur du pH eau favorable à l'arboriculture oscille entre 6,0 et 7,5 (Gautier, 2001) et (Bertschinger *et al*, 2003), et nos sol à un pH favorable, compris entre ces valeurs. Donc il n'y a pas de difficulté d'assimilation par les plantes d'élément phosphore qui entraîne la formation d'hydroxydes insoluble.

\*Résultats d'analyses des éléments minéraux de sol :

**Tableau 22:** Résultats de l'analyse des éléments minéraux

Espèces	N%	C%	C/N	P2O5 assimilable % Normes=40ppm pour agrumes
Citrus limon	0,67	1,91	2,85	126
Citrus Washington Navel	1	1,91	1,91	243,6
Citrus clémentina	0,68	1,82	2,67	84

-L'azote :

En comparant les résultats obtenus du tableau 30, aux normes (tableau30, annexe 03) nous déduirons que nos sol étudiés présentent des teneurs en azote très riches.

Ce niveau très riche s'explique par la teneur élevée en matière organique du sol et l'âge jeunes de nos plants.

-Le rapport C/N :

Au plan biologique, le rapport C/N nous renseigne sur le rythme de minéralisation des deux éléments carbone et azote. Généralement, les éléments nutritifs deviennent assimilables lorsque le rapport C/N est inférieur à 30 (Welke et Fyles, 2005).

Le rapport C/N fournit d'utiles indications sur l'évolution de la matière organique du sol et la conduite de la fumure azotée. Aux trois classes de valeurs de rapport C/N, correspondent les appréciations suivantes (Gagnard et al, 1988) :

Inférieur à 8 : faible ;

De 8 à 12 : normale ;

Supérieur à 12 : fort.

Nos résultats montrent que le rapport C/N est très faible pour les trois espèces.

-Le phosphore assimilable :

C'est l'ensemble des ions en solution et absorbés qui constitue l'acide phosphorique assimilables (Soltner, 2000).

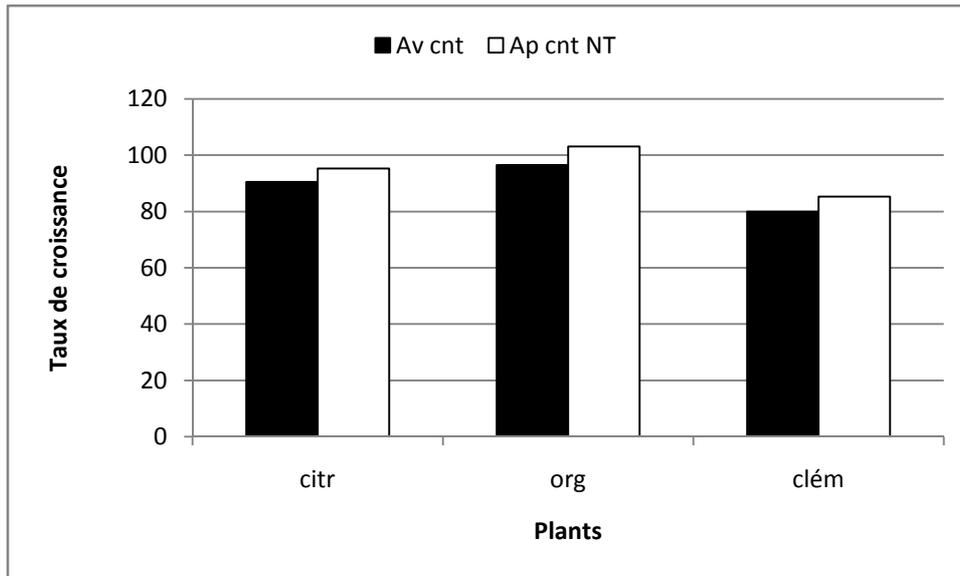
L'interprétation des teneurs du sol en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dépend de la méthode d'extraction utilisée (Gagnard et al, 1988). Dans notre cas, nous avons utilisés la méthode OLSSSEN par colorimétrie.

Le tableau 22 montre que nos sols présentent des teneurs en acide phosphorique assimilable hautement riche pour le citronnier et l'oranger et très riche pour le clémentinier.

#### **D.Etude de la variation de croissance selon la plante hôte :**

##### **D.1.Etude de la variation globale de la croissance selon la plante hôte**

**Figure 26:** variation globale de la croissance selon la plante hôte

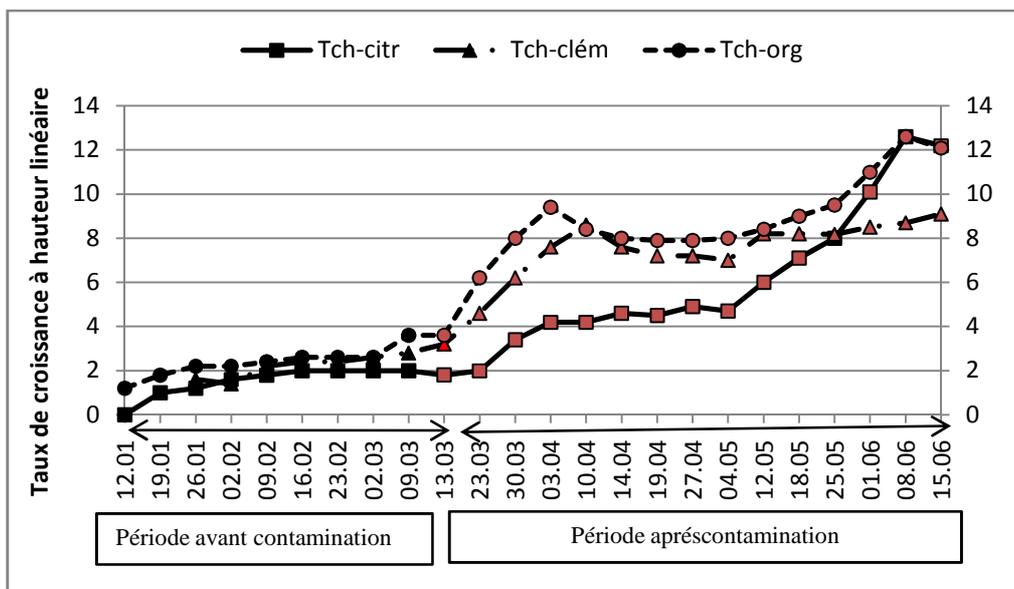


av cnt : avant contamination. ap cnt NT : après contamination non traité avec NPK.

Selon le graphe ci-dessus, la croissance des trois plants d'agrumes augmente après contamination par *P. ziziphi*. Cela s'explique par le stade jeune des plantes qui est résistant aux attaques des ravageurs.

## D.2. Etude de la variation temporelle de la croissance selon la plante hôte:

Figure 27: variation temporelle de taux de croissance à hauteur linéaire des trois espèces :

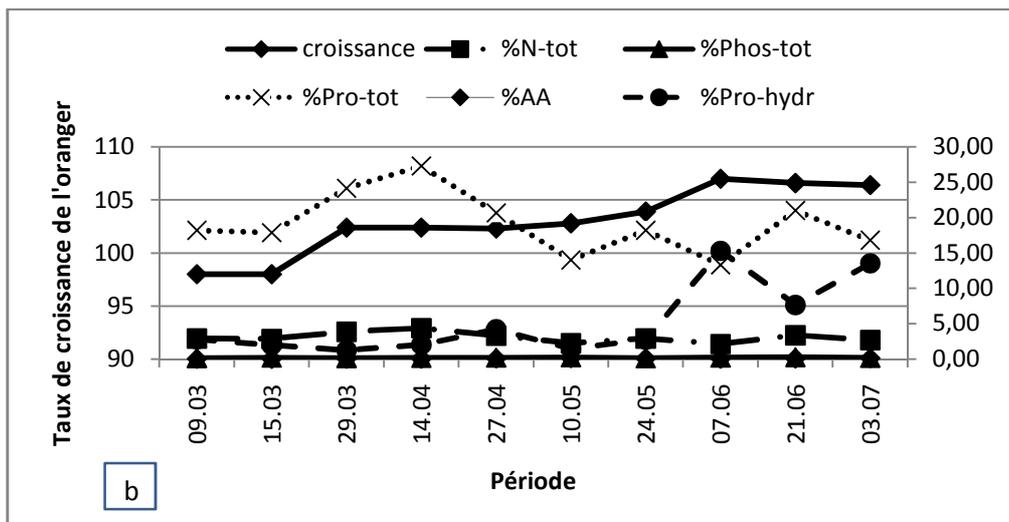
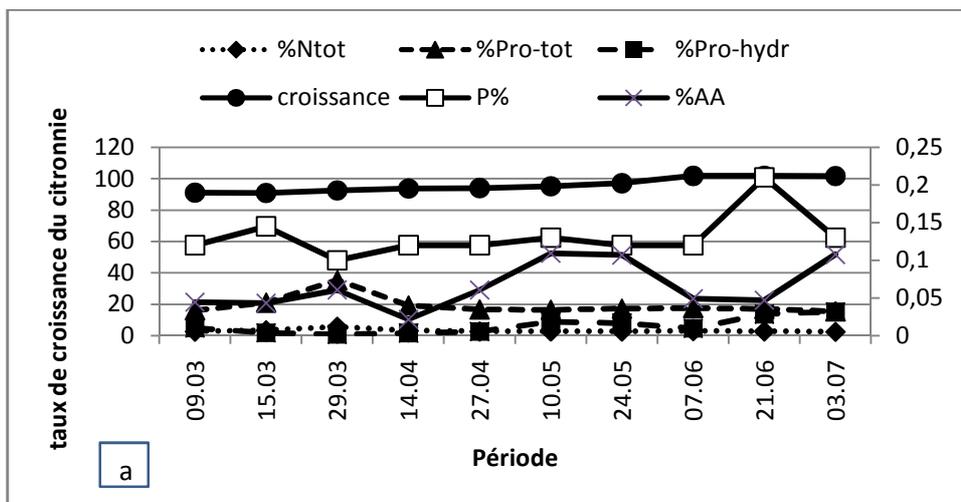


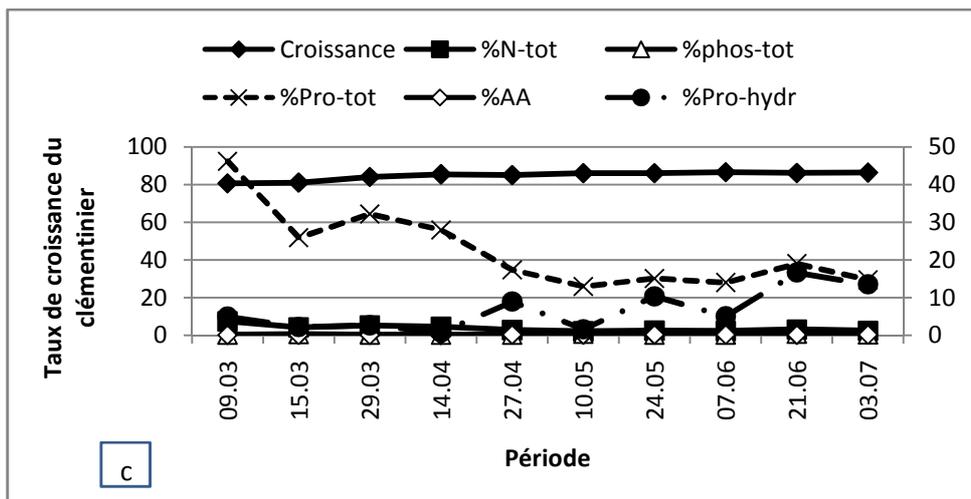
tchR-citr : Taux de croissance à hauteur linéaire relative des plants de citronnier. tchR-org : Taux de croissance à hauteur linéaire relative des plants d'oranger. tchR-clém : Taux de croissance à hauteur linéaire relative des plants de clémentinier.

Selon la figure 27, le taux de croissance linéaire Tch évolue lentement en période avant contamination et un peu plus rapide en période après contamination. Ce qui confirme que l'âge jeune de la plante à un effet considérables concernant la résistance contre les ravageurs.

### D.3.Variation des éléments chimiques et biochimiques en fonction de la croissance des trois espèces :

**Figure 28:** Fluctuation des éléments chimiques et biochimiques en fonction de la croissance du citronnier(a), d'oranger (b) et du clémentinier (c).





**Tableau 23:** Corrélation entre la croissance du citronnier et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques:

	croissance	%Ntot	P%	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
croissance	0	0,27233	2,01E-01	0,27267	0,38213	0,012477
%Ntot	-0,38471	0	0,33282	2,42E-22	0,57652	0,12255
P%	0,44211	-0,34239	0	0,33403	0,68932	0,080662
%Pro-tot	-0,38445	1	-0,34159	0	0,57738	0,12357
%AA	0,31077	-0,20158	-0,14504	-0,20114	0	0,084843
%Pro-hydr	0,75	-0,52099	0,57713	-0,51979	0,57079	0

L'analyse de tableau de corrélation a révélée une corrélation très hautement significative et positive entre la croissance des plants du citronnier et la teneur de ces feuilles en phosphore total et une corrélation significative et positive avec les protéines hydrosolubles avec les probabilités respectives ( $r_1=0,44$  ;  $p_1=2,01E-01$  ;  $r_2=0,75$  ;  $p_2=0,01$  ;  $p<5\%$ ).

**Tableau 24:** Corrélation entre la croissance d'oranger et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques:

	croissance	%N-tot	%Phos-tot	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
croissance	0	0,6207	0,26696	0,62147	0,094851	0,016058
%N-tot	-0,17902	0	0,67857	2,13E-20	0,31351	0,17467
%Phos-tot	0,3887	-0,15029	0	0,67872	0,26714	0,44296
%Pro-tot	-0,17863	0,99999	-0,15022	0	0,31429	0,17428
%AA	0,55639	-0,35542	0,38857	-0,35488	0	0,62175
%Pro-hydr	0,73215	-0,46597	0,27439	-0,46634	0,17849	0

L'analyse de tableau de corrélation a révélée une corrélation significative et positive entre la croissance des plants d'oranger et la teneur de ces feuilles en protéines hydrosolubles ( $r=0,73$  ;  $p=0,01$  ;  $p<5\%$ ).

**Tableau 25:** Corrélation entre la croissance du clémentinier et la teneur de ces feuilles en éléments chimiques et biochimiques:

	Croissance	%N-tot	%phos-tot	%Pro-tot	%AA	%Pro-hydr
Croissance	0	0,0043828	0,82889	0,0043944	0,0024742	0,24846
%N-tot	-0,81135	0	0,43955	1,07E-24	0,00064902	0,29334
%phos-tot	0,078706	-0,27637	0	0,43949	0,8858	0,61934
%Pro-tot	-0,81122	1	-0,2764	0	0,00065172	0,29371
%AA	0,83786	-0,8857	0,052348	-0,88558	0	0,26036
%Pro-hydr	0,40279	-0,36949	0,17971	-0,36923	0,39367	0

L'analyse de tableau de corrélation a révélée une corrélation hautement significative et négative entre la croissance des plants du clémentinier et la teneur de ces feuilles en azote total et en protéines totaux avec les probabilités respectives ( $r_1=r_2=-0,81$  ;  $p_1=p_2=0,004$  ;  $p<5\%$ ) et une corrélation hautement significative et positive avec le taux des acides aminés ( $r=0,83$  ;  $p=0,002$  ;  $p<5\%$ ).

## E.Effet du Traitement N.P.K :

### E.1.Effet de traitement N.P.K sur la croissance des plants :

**Tableau 26:** Tableau d'analyse de Test One Way ANOVA :

	pop-citr	pop-org	pop-clém	tchR-citr	tchR-org	tchR-clém
Citro-Pop	0	0,9913	0,9923	0,008473	0,008494	0,008539
Org-Pop	0,7767	0	0,8723	0,01376	0,0138	0,01388
Clim-pop	0,7548	1,531	0	0,005463	0,005476	0,005503
tchr-citr	8,259	7,482	9,014	0	1	1
tchr-org	8,255	7,478	9,009	0,004195	0	1
tchr-clém	8,246	7,469	9,001	0,013	0,008806	0

Le taux de croissance à hauteur linéaire relative et le taux de population de *P. ziziphi* présentent une variation temporelle hautement significatives pour les plant de citronnier et de

clémentinier avec des probabilités respectives (Test One Way ANOVA,  $P=0,008$ ,  $P=0,005$ ,  $P < 1\%$ ) et une variation temporelle significatives pour les plant d'oranger avec une probabilité de (Test One Way ANOVA,  $P=0,01$ ,  $P < 1\%$ ). Ce qui explique que le taux de population de *P. ziziphi* et le traitement NPK agit positivement sur la croissance apicale des trois plants (tableau 26).

### E.2.Effet du traitement sur la population de *P. ziziphi*:

**Tableau27:** Effet du traitement NPK sur la population de *P. ziziphi* des trois espèces.

	%pop-citr-nt	%pop-citr-t	%pop-org-nt	%pop-org-t	%pop-clém-nt	%pop-clém-t
total	3189	2312	2701	1533	2996	1225
%	100	72,4992161	100	56,7567568	100	40,8878505

**%pop-citr-nt** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur citronnier non traité par NPK. **%pop-citr-t** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur citronnier traité par NPK. **%pop-org-nt** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur oranger non traité par NPK. **%pop-org-t** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur oranger traité par NPK. **%pop-clém-nt** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur clémentinier non traité par NPK. **%pop-clém-t** : pourcentage de population de *P. ziziphi* sur clémentinier traité par NPK.

Selon le tableau 27, Cette cochenille à montré une sensibilité importante vis-à-vis du traitement fertilisant. La dose de 110g/pot affecte plus sévèrement l'abondance de *P. ziziphi*. Le pourcentage de réduction atteint 27,5% sur le citronnier, 43,2% sur l'oranger et 59,1% sur le clémentinier.

## **Discussion :**

De part leur exigence édaphiques et climatiques, et leur adaptation à des terres à caractéristiques limitées, les agrumes demandent un choix minutieux des zones de leur culture et un entretien et suivi permanent pour que ces derniers assurent une production importante de fruits et de bonne qualité.

L'analyse des végétaux est une méthode qui repose sur le fait que la teneur, des végétaux, en éléments nutritifs, reflète pour une large échelle de valeur la richesse du sol sur lequel ils se développent (Morel, 1989). En conséquence, il apparaît donc que l'analyse végétale, utilisée en complément de l'analyse de sol, est susceptible de constituer un précieux instrument de contrôle de l'alimentation minérale des végétaux.

L'analyse du sol est un outil de suivi et de correction de fertilisation. C'est aussi un outil de diagnostic concernant le problème nutritionnel. Cet outil permet de suivre le niveau nutritionnel de nos plants dans le sol et sera très utile dans un contexte de rationalisation de la fertilisation.

Nos sol possèdent une structure équilibrée, riches en matière organique, à pH convenable qui facilite l'assimilation du phosphore, très riche en azote et en phosphore assimilable et un taux normal de calcaire actif.

Cette composition chimique des sols étudiés considérait comme suffisante et convenable pour l'alimentation et le développement de nos plant ce qui prouve nos observation sur terrain qui notent que nos plant sont en bonne état de santé et d'une croissance équilibrée cela s'explique par l'âge jeune des plants.

Nombreux, sont les facteurs qui influence sur la composition en élément minéraux des feuilles, on a le matériel végétal qui est le porte greffe, l'âge de la feuille, choix du rameaux, la fertilisation : l'application d'un élément minérale entraîne une modification de la composition foliaire d'un autre élément présent (Praloran, 1971). Les interactions entre éléments, selon Khelil (1989), la présence d'un élément peut gêner l'accumulation d'un autre élément ou le contraire le favorise, on a aussi le climat, le sol et en fin l'état phytosanitaire du verger.

Les carence en élément minéraux chez les végétaux peuvent avoir deux origines distinctes : une carence réelle liée au sol ou une carence induite par une maladie qui perturbe la circulation de la sève et provoque une carence en azote chez le végétal (Anonyme 5).

Plusieurs interactions entre l'azote et le phosphore ont été découverts ; les uns sont d'ordre chimique et se rapportent aux effets de chacun de ces deux éléments sur la disponibilité de l'autre dans le sol, d'autres sont physiologiques et montrent comment l'absorption de certaines formes d'azote par le végétal influe sur celle du phosphore (Gervy, 1970).

L'analyse de corrélation entre les éléments chimiques et biochimiques des trois plantes montre que leurs feuilles sont riches en azote, en phosphore, en protéines totaux, en protéines hydrosolubles et en acides aminés. Cette richesse est due à la richesse des sols étudiés en azote et en phosphore. Ces éléments ont été bien assimilés par la plante en raison du rapport C/N qui est inférieur à 30, ce qui nous indique que l'évolution de la matière organiques et la conduite de la fumure azoté sont meilleur (Gagnard et al, 1988).

Kuto et al, (1996), de sa part, argumentent que la fertilisation influence le sucées du développement d'un défoliateur au niveau du complexe arbre-défoliateurs. La fertilisation affecterait l'état physiologique de la végétation au sol et les caractéristiques du sol en même temps que l'état physiologique des arbres.

Waring et Cobb (1992) cités par Kumbasli (2005), ont signalé qu'une fertilisation azotée favorise généralement les pullulations d'insectes phytophages. Les effets positifs sur les performances des insectes sont reliés à une augmentation de la croissance de la plante. Par ailleurs, Gershenzon (1984 *in* Kumbasli, 2005), a indiqué que la fertilisation azotée tend à faire baisser les composés phénoliques. Plusieurs études rapportent qu'une diminution en composés phénolique ou tannins suite à une fertilisation azotée, favorise les performances biologiques de plusieurs espèces d'insectes phytophages (Kumbasli, 2005).

Nos résultats montre que le traitement fertilisant NPK à une dose de 22g d'N, 22g de P et 22g de K par plants affecte plus sévèrement l'abondance de *P.ziziphi*, d'où pourcentage de réduction est très élevé sur citronnier (27,5%) comme il agit positivement sur la croissance apicale des trois plants étudiés.

Les agrumes demandent un équilibre en NPK de 1-0,3-1,2. L'efficacité de la fertilisation sera réduite si le feuillage manque d'espace et de lumière et la végétation trop dense. L'efficience des engrais peut être considérablement affectée par les maladies. Mais la nutrition minérale peut avoir aussi une incidence sur les parasites (El-otmani et al, 2001 in Bekkouch, 2009).

## Conclusion générale

Dans notre pays, l'agrumiculture constitue aujourd'hui, d'un point de vue économique, une culture très importante. Les problèmes phytosanitaires de cette dernière sont classés parmi les contraintes majeures pour le développement de ce secteur.

La nutrition et les conditions du milieu sont à l'origine de la répartition géographique et de l'abondance de *P. ziziphi* sur sa plante hôte.

Devant la superposition de deux facteurs hétérogènes : l'ombre et la plante hôte, il a été important de trouver un moyen d'installation d'une nouvelle population de *P. ziziphi* à partir des L1 mobiles sur des plants sains de citronnier, d'oranger et de clémentinier et suivre sa croissance et l'abondance des populations des différents stades évolutifs.

Les résultats du suivi de la longévité montrent que la durée de vie de cette cochenille pendant la période printanière s'est allongée aux environs de 106 jours sur les trois plantes hôtes, sous l'influence du facteur ombre, espèce et l'âge jeune des plantes hôtes.

Ce ravageur semble se développer mieux sur citronnier même en absence de la lumière. Le stade le plus abondant est le stade L2 femelle sur toutes les espèces hôtes par rapport aux autres stades. Ce dernier se trouve mieux représenté sur clémentinier que sur les deux autres plantes hôtes.

Le modèle GLM a révélé que les stades évolutifs de *P. ziziphi* sont plus abondants chez le citronnier suivi par l'oranger et le clémentinier.

Nos résultats révèlent que le passage d'un stade L1 fixé au stade L2 et du stade L2 au stade jeune femelle varie selon la plante hôte, et le passage du stade jeunes femelles au stade adulte, montrent que l'ovogénèse s'active et les premiers signes de ponte apparaissent un mois plus tard.

La durée des stades de développement de *P. ziziphi* varie selon l'espèce pour le stade L1 fixé et le stade L2 femelle.

A l'ombre, la fécondité est de 7 à 12 œufs par femelle. Cette dernière est plus importante en juin sur les trois plantes hôtes, mais elle est meilleure sur le citronnier.

Les analyses chimiques des plants de citronnier, d'oranger et du clémentinier présentent des teneurs d'azote variables d'un niveau bon à un niveau très élevé. Par contre les teneurs du phosphore varient d'un niveau faible à un niveau très élevé pendant toute la saison printanière. Cette élévation en azote et en phosphore est due à l'état jeunes de nos plants et à la richesse du sol en ces éléments et sa structure physique qui a favorisé leur assimilation.

L'étude de corrélation entre la teneur des feuilles des trois plantes hôtes en éléments chimiques et biochimiques et la croissance de la cochenille diffère d'une espèce à l'autre.

L'analyse par le test de corrélation linéaire montre qu'il n'y a pas de corrélation visible entre la population globale et les teneurs des feuilles des trois espèces en protéines, en acides aminés, en phosphore et en azote. Cela est dû au principe de la méthodologie de travail entreprise, dont l'objectif est de suivre et d'identifier la durée du cycle de vie de chaque stade et la longévité globale de ce ravageur, l'impact de la plante et sa teneur en éléments chimiques et biochimiques sur les différents stades évolutifs.

Par contre la corrélation est positive entre les populations des stades évolutifs des femelles pondueuses et des œufs et le phosphore total et les protéines hydrosolubles, entre les L2 et les protéines totales et enfin entre les jeunes femelles et les acides aminés.

Les analyses pédologiques montrent que nos sols possèdent une structure équilibrée et suffisante pour un bon développement de nos plants. Cela est vérifié par des analyses foliaires qui prouvent leur richesse en azote, en phosphore, en protéines totales, en protéines hydrosolubles et en acides aminés.

La qualité du sol s'est répercutée sur celle de la croissance des plants qui ont résisté aux attaques de la cochenille. Cela s'ajoute au stade jeune des plantes.

La croissance linéaire reste en hausse malgré la progression de la contamination. Ce qui a été confirmé par l'analyse de corrélation entre la croissance et la teneur des feuilles en protéines hydrosolubles, en phosphore et en acide aminés.

Le traitement fertilisant NPK (20-20-20) et son effet sur l'abondance de *P. ziziphi* a été mis en évidence par le test de comparaison deux à deux (One Way ANOVA). Ce dernier a montré une variation hautement significative pour les plants de citronnier et de clémentinier et une variation significative pour les plants d'oranger.

Ce ravageur a montré une sensibilité remarquable vis-à-vis du traitement fertilisant à la dose (22-22-22) g de NPK. Le pourcentage de réduction a atteint 27,5% sur citronnier, 43,2% sur oranger et 59,1% sur clémentinier.

Il ressort que l'étude de la biologie et de l'écologie nutritionnelle de la cochenille noire des agrumes sont importantes puisqu'elles nous renseignent sur la relation entre la performance biologique de cet insecte et la qualité nutritive de sa plante hôte. De plus, ces résultats peuvent être considérés comme des indicateurs importants de la dynamique des populations de *Parlatoria zizyphi*.

L'étude du niveau d'infestation de *Parlatoria zizyphi* sous serre sur le citronnier, l'oranger et le clémentinier pendant une seule saison est insuffisante quant à la détermination des préférences de cette espèce vis-à-vis les constituants de la plante hôte.

Il est donc souhaitable de poursuivre cette étude par des analyses foliaires définies dans le temps et qui touchent le maximum d'éléments chimiques et biochimiques , pour mieux connaître leurs effets sur la fluctuation, l'évolution et la pullulation de cette diaspine, ainsi que sur les interactions entre cet insecte et sa plante hôte. Aussi, il est nécessaire de contrôler les méthodes et les doses de fertilisation dans la perspective d'une lutte préventive et intégrée au moment opportun et contre le stade le plus sensible.

# Références bibliographiques

**Anonyme1**-<http://www.Kasraoui.com/Secteur-agricol/Agrumes-Citronnier.html>. Les agrumes, dossier du Plantymag n°31, 2004.

**Anonyme2**-Ministère de l'agriculture. Statique agricole, 2003.

**Anonyme** -Institut technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne(I.T.A.F.V) Tessala El Merdja.

**Anonyme 4**, - La protection phytosanitaires des agrumes en Algérie 1976. Edit CIBA GEICY, Alger, 159p

**Anonyme 5**- Bulletin mensuel météorologique 2006. Ed. Station météo . Dar El Beida. 3p.

**Anonyme 6**- Relevés climatologiques (2005-2006). Manuscrit I.T.A.F.V., Boufarik, 18p.

**Balachowsky A.S ., 1953** -Les cochenilles de France, d'Europe du Nord, de l'Afrique et du Bassin Méditerranées. Ed Hertmann et Cie, Paris, T. VII, 926p.

**Balashowsky A.S.,1932**-Etude bioécologique des coccidés du bassin occidental de la méditerranée.Ed.le chevalier et fils,T.XV, SérieA.201p

**Balashowsky A.S., 1939**-Les cochenilles deFrance, d'Europe du Nord de l'Afrique et du bassin Méditérannéen.Ed. Herman et Cie. Tom III, Paris, 111p.

**Balashowsky A.S. et Mensil L., 1936** – Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed Meryl, Paris, 1921p.

**Balashowsky. et Mesnil L., 1935** – Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leurs destructions. Ed etablissement Busson .TomI, Paris, 627p.

**Bailly R, et al., 1990**-Guide pratique de défense des cultures. 1ere édition Carrousel et ACTA, 557p.

**Bailly R., Aguitar J., Faiure-Amiot A., Mimaudj et Patriek G., 1980** – Guide pratique de la défense des cultures. Ed. Le Carousel, A.C.T.A, Paris, 419 P.

**Baize.D,1988-** Guide des analyses courantes en pédologie.Ed.INRA, Paris.,171p.

**Baise D.,et Djabiol B., 1995 -** Guide pour la description des sols. Edit. INRA, Paris. France. P 119-206.

**Bertschinger.L, Christian.G, Ryser.J.P, Haseli.A, Neuweiler.R, Pfammatter.W, Schmid.A et Weibel.F, 2003-** Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière, Fruits à pépin, fruits noyau, kiwis, baies d'arbuste., Edition :Eidgenossische Forschungsanstalt, Postfach 185, CH-8820 Wädenswil, [www.faw.ch](http://www.faw.ch)., 48p

**Benassy C., Soria F., 1964-**Observations écologiques sur les Cochenilles diaspinées nuisibles aux agrumes en Tunisie. Altit. I. N. R. A . T., 37, pp193-222.

**Benassy C., 1975 –** Les cochenilles des agrumes dans le bassin méditerranéen. Ann. Inst. Nat. Agro. Vol. V, n°6, El-Harrach, pp. 118-142.

**Benassy C.,1978-**Les cochenilles des agrumes dans le bassin Méditerranéen, Conférence tenue à l'I.N.R.A d'El Harrach, Alger.

**Benassy C., 1961-**Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation de la population de cochenilles Diaspinées. Annales des Epiphytes. I.N.R.A. Vol VIII, France, pp.9-151.

**Berkani A., 1995-**Premières données sur un nouveau ravageur en Algérie *Phyllocnistis citrella stainton* (Lepidoptera-Gracillariidae) mineuse nuisible au *Citrus*.Journée technique sur la lutte contre la mineuse et la cécidie des agrumes.I.N.P.V., Alger, 10p.

**Bekkouche.S et Louz.S, 2009-** Etude de l'impact physicochimique du parasite *Parlatoria ziziphi* (Himéptera, Diaspididae) sur la qualité des productions agrumicoles (citronnier, orange, clémentine) dans la région Mitidja (Blida) .Th . Ing .Bio.54p.

**Bidon., 1993-**Influence des sucres solubles et de l'azote sur la croissance, le développement et l'utilisation de la nourriture par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (clem)).Thèse de Maîtrise Science.Université Laval . Ste-Foy (Québec).Canada, 63pp.

**Biche M et Sellami M.-1999-**Etude de quelques variations biologiques possibles chez *P. oleae* *Calvée* (Hémiptera. Diaspididae). Bulletin de la société entomologique de France. Vol. 3, n°104, Algerie , pp.287-292.

**Bouhier de l'Ecluse.R, 1983-** La pomme, culture et débouché, Edition Flammarion., 361p.

**Callot.G, Chamagou.H, Maertens.C et Salsac.L, 1982-** Mieux comprendre les interactions entre sol-racines, incidences sur la nutrition minérale.INRA, Paris., 325p.

**Camille Jacquemond, Dominique Agostini, Franck Curk . 2009;** Des agrumes pour CEVITAL (ALGERIE), Biha, pp :101.

**Chapot H., 1963 –** La clémentine. El Awamia, n°7, rabat pp134.

**Chapoy H., et Delucchi V.L., 1964 –** Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Ed. I.N.R.A., Rabat, 339 p.

**Charara W., 1974-**Les agrumes et leurs cochenilles déprédatrices au Liban.Ths.Ing.Agr.INA ;El-Harrach, Alger, 126p.

**Chaboussou F., 1975-** Les facteurs cultureux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro., Bordeaux, 39 p.

**Clement J.M., 1987 –**Larousse Agricole. Édit Librairie Larousse. Paris, 1207p.

**Dajoz R., 1985-**Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.

**Delassus N., 1931-**Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens pratiques de les combattre. Ed. Insectarium du jardin d'Essai. El Hamma, Alger, 233p.

**Dogar.A, 1997-** Méthodologie diagnostique des sols salins et alcalins. Séminaire sur la salinité, Skikda., 34p.

**Duchaufour PH., 1997 –** Abrégé de pédologie, sol, végétation, environnement, 5<sup>e</sup> Ed.,Masson, Paris, 335 p.

**El Hari, A. 1992.** Besoins en eau des agrumes dans le Haouz- Effet du stress hydrique sur le rendement et le calibre du clémentinier. Diplôme d'Etudes Supérieures (DEA), Université Cadi Ayyad de Marrakech. Faculté des Sciences.

**Fabrice L et Valérie Le Bellec., 2007-**Le verger tropical. Culture des arbres fruitiers. Ed Orphie PP. 263

**Fabrice L., Vacerrie R., 1999** –Le grand livre des fruits tropicaux. Édit Orphie CEE., Paris, 189p.

**Ferhat Mohamed Amine, Meklati Brahim Youcef et Chemat Farid, 2010-**Citrus d'Algerie Les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction, Office des Publications Universitaires, Algérie, pp 157

**Gagnard.J, Huguet.C, et Ryser.J.P., 1988-**L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation, le contrôle de la qualité des fruits. S ecrétariat générale OILB/SROP, Edition-Diffusion ACTA., 87p.

**Gautier M, 2001-** Ma culture fruitière, V2, les productions fruitières.2<sup>e</sup> Editions, Technique et Documentation Lavoisier, Paris., 665p.

**German J.F. et Matile-Ferrero D., 2005-**Les cochenilles sous serre en France Rev. Phytoma, n°583, pp32.

**Gervy R., 1970-**Les phosphates et l'agriculture.Ed.DUNOD, Paris, 298p.

**Grassé p., 1951-**Insectes supérieurs et hémiptéroïdes, traité de zoologie. Tom II. Paris, pp.16-47.

**Grassé P., 1970-**Précis de sciences biologiques :zoologie, I. Invertébrés.Ed.Masson et Ce , Paris, 935p.

**Hadj Sahraoui Kamel, 2007-**Mesures de développement des agrumes, Revu de vulgarisation et de communication p :20-24

**Haddar L., 2002-**Elements d'écologie du pou noir, *P. ziziphi* (Homoptéra, Diaspididae) sur clémentinier dans la région de Boufarique.Th.Ing.Agro.eL-Harrach, Alger, 43p.

**Jean-Marie Polese, 2005**-la culture des agrumes ;Ed. Rtémis, Paris,pp 93.

**Kaouthar Lebdi Grissa , 2010**-Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates En Tunisie, Regional Integrated Pest Management Program in the Near East GTFS/REM/070/ITA p :93

**Kara Y., 1984**-Essai de fertilisation sur clémentinier de la station expérimentale de Boufarik.Ths.Ing.Agro.Phytotec.Inst.Nat.Agro., El-Harrach, Alger, 86p.

**Klingauf, 1987**-Feeding adaptation and excretion in Aphids, their biology, natural enemies and control.Ed.The Netherland-Elsevier.Vol.A, pp.225-253.

**Kumbasli M., 2005**-Etude sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.Th.Doctorat des sciences forestières. Faculté des foresterie, Québec, 176p.

**Kutö, M., Niemel A,P., et Larsson, S., 1996**-Insects ontrees :population and individual response to fertilization.OIKOS, pp148-168.

**Loussert R.1989**-Les agrumes, Edit. Lavoisier, VI, Paris, pp :98.

**Loussert R., 1987** –Les agrumes, l'arboriculture. Edit. Lavoisier. V I. Paris, 113p.

**Loussert R., 1985** --Les agrumes. Edit. Scientifiques universitaires VI, Mkalles Mar Roukeg Beyrouth, 103p.

**Loucif Z. et Bonafont P., 1977** – Observation des populations du pou de San José dans la Mitidja. *Rev. Fruits*, N° 4 .Vol .32, pp.253-261.

**Maher N., 2002**-Sélection de ponte chez *Lobesia botrana* (Lepidoptera ; Tortricidae) : influence de l'information chimique non volatile présente sur les fruits de plante hôte.Th.Doct.Sci.Biol.El Medic. Université Bordeaux 2, I.N.R.A., 125p.

**MartinP., Gagnard J., Gautier P., 1984**-L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés etb tropicales.Ed.Lavoisier, Paris, 810pp.

**Mattson W., et Haack R.A., 1987**-The role of drought in outbreaks of plant-eating insect.Ed.Bioscience, Vol.37, n°2, pp.110-118.

**Mercier A., 1999** – L'importance du fonctionnement morphodynamiques du cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montagne : l'Ariège (Pyrénées centrale françaises) », *Ephemera* , vol. 1 (2) : 111-117.

**Mutin G., 1969** - L'Algérie et ses Agrumes. Extrait de la revue de geo. ,Lyon, Vol 441, 36p.

**Mutin G., 1977** – La Mitidja décolonisation et espèces géographiques. Ed. OPU, Alger, 607p.

**Mengel K., Kirkby E.A. 1978**-Principles of plant nutrition, Ed. Intern. Potash Institute, Berne, Suisse

**Morel R., 1989**-Les sols cultivés.Ed.Techniques et Documentation-Lavoisier, Paris, 373p.

**Morel R., 1996** - Les sols cultivés. Lavoisier, deuxième édition. 378 p.

**Mouandza M.C., 1990**-I nventaire des cochenilles et de leur ennemis naturels sur agrumes, fluctuation des population de quatre diaspines, *Lepidosaphes becku*, *New lepidosaphes golveru*, *Parlatoria pergondei* Comstock, *Parlatoria ziziphi* Lucas dans la Mitidja. Ths. Ing. Agr ; INNES. Blida, 140p.

**Mostefaoui. H, 2009**- Effet de la qualité de la plante hote sur l'allocations des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d'agrumes en Mitidja centrale, Ths, Mag, Agro, Blida, 199p.

**Nicole M.C., 2002**-Les relations insectes phytophages avec leurs plantes hotes.Rev.Antennae, Vol.9, n°1, Montréal, 6p.

**Trabut L., 1926**-La Clémentine, les hybrides de Citrus. Dir. Bot. Algeria. Bull. Inform. N°67.

**Ould mahmoudi., 2002**-Influence des constituants chimiques et biochimiques des feuilles de trois variétés d'agrumes sur l'attraction et l'installation des population de *Dialeurodes citri* ASU (Hom.Aleurodidae), *Toxoptera aurantii* B.D.F ONSC (Hom, Aphididae) et *Phyllocnistis citriela* STAINBTON –Lépidoptera, Gracillariidae) en Mitidja.Ths.Ing.Agr.INES.Blida. Alger, 73p.

**Ouzzani T., 1984**-Approche bioécologique du pou noir d'oranger *Parlatoria ziziphi* LUCAS (Hom. Diaspididae) dans la Mitidja. Ths . Ing. Agro. INA. El Harrach, 72p.

**Pierre-François Chabaliér, Virginie van de Kerchove, Hervé Saint Macary, 2006**- Guide de la fertilisation organique à La Réunion, Ed CIRAD

**Piguet P ; 1960** -Les ennemis des animaux des agrumes en Afrique du Nord. Ed. Soc . Shell, d'Alger, p117 .

**Praloran J.C. 1971**-Les agrumes, Edit. G.P Maisonneuve et LAROSE, Paris, pp :565.

**Rebour H., 1950** – Les agrumes en Afrique du nord. Ed. Union des syndicats de production d'agrumes Alger, 485p.

**Rebour H., 1945** – Les agrumes. Ed. Union des syndicats de production d'agrumes, Alger,485p.

**Renard S., Le ru B., Catalayud P.A., Lognay G., et Gaspar C., 1996**-Comportement de sélection de la plante hôte par la cochenille farineuse du Manioc *Phenacoccus manihoti*, rôle des composés biochimiques. Acte des 5<sup>ème</sup> journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 26-27 octobre 1995. Colloques, C.I.R.A.D.-C.A., Montpellier, France, pp.59-62.

**Salama et al ; 1985** -Studies in the population and distribution Pattern of *P. ziziphi* Lucas, in citrus orchards in Egypt. Laboratoire of plant, Protection National , Research Centre Dokki Caire, Egypt, pp43-47 in Zekri F,1993 Etude bioécologique de pou noir d'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Hom Diaspididae) dans la région de Boufarik , Thèse d'Ing Agro Blida pp :141

**Saighi H., 1998**-Biosystématique des cochenilles Diaspines des plantes du jardin d'essai du Hamma et du parc de l'institut national agronomique d'El-Harrach.Ths.Magist.Protec.Vgtx.Zool.Agric.El Forest., Zoophyt., I.N.A., Alger, 304p.

**Sigwalt B., 1971** -Les études des démographiques chez les cochenilles. Application à trois espèces nuisibles à l'oranger en Tunisie, cas particulier d'une espèce à génération chevauchante, *Parlatoria ziziphi* Lucas. Ann. Zool. Eco. ANIM ; 3(1), pp.5-15

**Smirnoff W.,1950**-«La cochenille noire» dans la culture d'agrumes au Maroc. Rev. Off. Agri. Comm. et. For., n°252, pp.347

**Soltner.d, 2000-** Les bases de la production végétale, T1 : le sol et son amélioration, 22<sup>e</sup> Edition, Edition Sciences et techniques agricoles « Le Clos Lorelle »-49130 Saint-Gemmes-Sur-Loire., 472p.

**Smirnoff W., 1957-**L acochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi Targ*) en Afrique du nord. Comportement, importance économique, prédateurs de lutte biologique. Rev. Entomophage, Tom. II, n1, 98p.

**Tanaka T., 1961-**Semi-centennial commemoration papers on citrus studies. Citologia, University of Osaka, Prefecture. 114p

**Thomas H. Spreen 2010** -Projections de la production et de la consommation mondiales d'agrumes en 2010 . Symposium sur les agrumes Chine/FAO 2001 p13

**Vasseur R., et Schvester D., 1957-**Biologie et écologie du pou de Sain José (*Quadraspidiatus perniciosus Comst*) en France. Ann. I.N.R.A., série c, n8, pp.5-161.

**Vincint C.H. et Bovin G., 1986-**Les relations insectes-plantes . Perspectives de recherche. Rev . Entomol., n°31 (1et 2), Québec, pp.5-15.

**Zekri F,1993** -Etude bioécologique de pou noir déoranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Hom Diaspididae) dans la région de Boufarik , Thèse d'Ing Agro Blida pp :141

**Zellat N., 1989-**Entommofone dans le verger d'agrumes à Mascara apercue bioécologique de *Parlatoria ziziphi* Lucas (Hom Diaspididea) , *Aleurothrixus gloccasus* Mskel (Hom Aleurodidae) et *Ceratitis capitata* Widemann (Diptera Trypeliidae). Ths. Ing. Agro. INA. El Harrach, 120p.

## **Annexe n°01**

### **1- L'appareillage :**

- Spectrophotomètre
- La pipette de ROBINSON
- Calcimètre BERNARD
- Minéralisateur
- Bain-marie
- Une balance
- L'étuve
- Matras de 150ml
- Bécher de 250ml
- Tubes à essai
- Pipette graduée
- Burette
- Fioles

### **2- Les réactifs nécessaires :**

- L'acide chlorhydrique
- Le carbonate de calcium
- Le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ )
- Le sulfate de fer et d'ammonium
- L'acide sulfurique concentré
- Lessive de Soude
- L'acide molybdique
- L'acide borique
- L'alanine
- Réactif à la ninhydrine

-Ethanol

-Ovalbumine

-Réactif du BIURET

-Vanadate d'ammonium

-Molybdate d'ammonium

-L'acide nitrique

-L'eau distillée

-Indicateur coloré (mélange en volume égaux le rouge de méthyle et le bromocrésol dans l'alcool éthylique)

-Catalyseur

-L'acide chlorhydrique

## Annexe n°02

### Analyses biochimiques :

- **Dosage des acides aminés par spectrophotométrie (méthode à la ninhydrine) :**

#### Préparation de la gamme d'étalonnage :

-A partir d'une solution mère d'alanine à 6,00mmol/l, préparer 100ml de la solution fille à 0,300mmol/l.

-Réaliser en tubes à essai une gamme d'étalonnage de 6 tubes numérotés de 0 à 5 selon les indications suivantes :

Tubes	0	1	2	3	4	5
Alanine (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Eau distillée (ml)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Réactif à la ninhydrine (ml)	1	1	1	1	1	1
Ethanol/eau (ml)	5	5	5	5	5	5
Lire les D.O à 570nm	0	2,122	2,233	2,344	2,683	3,122

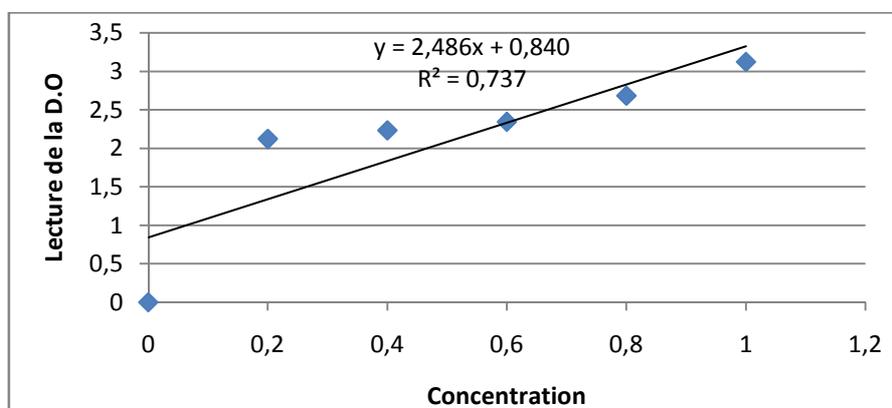


Figure 38: Courbe d'étalonnage des acides aminés.

- **Dosage des protéines (méthode de BIURET) :**

#### Préparation d'une gamme étalon d'ovalbumine :

- A partir de la solution étalon d'ovalbumine à 10mg/ml, réaliser une gamme de 6 tubes contenant de 2 à 10mg d'ovalbumine par tube.

Tube n°	1	2	3	4	5	6
Solution standard d'ovalbumine à 10mg/ml (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Eau physiologique (ml)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	9
Réactif du Biuret (ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 10mn à l'obscurité à température ambiante						
Lire les D.O à 540nm	0	0,226	0,288	0,339	0,41	0,424

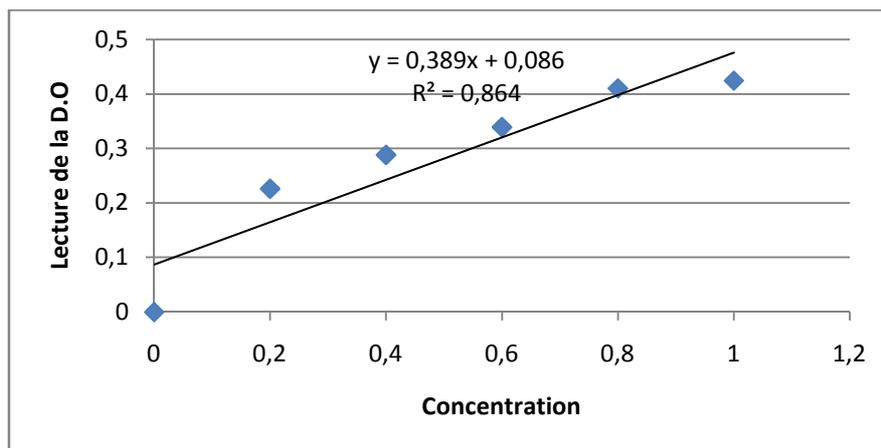


Figure 39 : Courbe d'étalonnage des protéines hydrosolubles.

- **Dosage de l'azote total (méthode Kjeldahl) :**

Mode opératoire :

- introduire dans un matras de 150ml, 0,5g d'échantillon végétal en évitant d'en déposer sur le col, puis ajouter qsp ml du catalyseur
- chauffer au minéralisateur à 360° pendant 3h.
- Laisser refroidir puis ajouter 100ml d'eau distillée.
- Au moment de distillée, prendre 10ml d'échantillon, ajouter 15ml de lessive de soude (40%) et fixer le matras à l'appareil à entraînement par la vapeur.
- recueillir le distillat dans un bécher de 250ml contenant 20ml d'acide borique et deux goutte d'indicateur coloré, l'extrémité inférieur du réfrigérant touchant le fond du bécher. Durée de la distillation 5mn.
- titrer avec l'acide sulfurique 0,01N.

- **Dosage du phosphore total :**

Mode opératoire :

-introduire une prise d'essai de 10 ml (après minéralisation) dans une fiole de 50 ml.

-ajouter 10 ml de réactif nitrovanadomolybdique.

-compléter le volume avec l'eau déminéralisée.

-après 1heure passer au spectrophotomètre et mesurer la densité optique à 470 nm.

### Annexe n°03

Tableau 28 : Normes d'interprétation du taux du calcaire totale du sol proposés par (GEPPA in BAIZE, 1088).

Taux du calcaire	<1%	1 à 5%	5 à 25%	25 à 50%	50 à 80%	>80%
Appréciation	Non calcaire	Peu calcaire	Modérément calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire	Excessivement calcaire

Tableau 29: Echelle d'interprétation du Ph eau (GAGNARD et al, 1988).

Ph eau	<5,5	5,5-6,5	6,5-6,8	6,8-7,2	7,2-7,5	7,5-8,5	>8,5
Appréciation	Fortement acide	Acide	Très légèrement acide	Voisin de la neutralité	Légèrement alcalin	Alcalin	Fortement alcalin

Tableau 30 :Normes d'interprétation pour l'azote (CALVET et VELLEMIN, 1986).

Azote(%)	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche
KJELDAHL	<0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,25	>0,25

Tableau 31 :Normes d'interprétation du phosphore assimilables :

Classement	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Bien pourvu	Très bien pourvu
P2O5% assimilable	<0,0035%	0,0035-0,006%	0,060-0,008%	0,008-0,01%	>0,01%

Tableau 32:Normes d'interprétation des résultats du diagnostic foliaire des agrumes cité par CHAPMAN (1960).

Eléments %	Très faible	Faible	Bon	Elevé	Très élevé
Azote	0,6-1,90	1,90-2,10	2,20-2,80	2,80-3,50	>3,50
phosphore	<0,07	0,07-0,11	0,12-0,18	0,19-0,29	>0,30

### Annex n°04

Tableau 33 :Taux de croissance à hauteur linéaires (Tch) pour les trois espèces étudiées :

Date	Tch-citronnier	Tch-oranger	Tch-clémentinier
12.01	0	1,2	
19.01	1	1,8	
26.01	1,2	2,2	1,6
02.02	1,6	2,2	1,4
09.02	1,8	2,4	2,2
16.02	2	2,6	2,4
23.02	2	2,6	2,4
02.03	2	2,6	2,6
09.03	2	3,6	2,8
13.03	1,8	3,6	3,2
23.03	2	6,2	4,6
30.03	3,4	8	6,2
03.04	4,2	9,4	7,6
10.04	4,2	8,4	8,6
14.04	4,6	8	7,6
19.04	4,5	7,9	7,2
27.04	4,9	7,9	7,2
04.05	4,7	8	7
12.05	6	8,4	8,2
18.05	7,1	9	8,2
25.05	8	9,5	8,18
01.06	10,1	11	8,5
08.06	12,6	12,6	8,7
15.06	12,2	12,1	9,1