

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
UNIVERSITE DE TIARET.
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET BIOLOGIQUES.

**Etude de la dynamique des populations et du complexe
parasitaire de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856
(*Lepidoptera-Gracillariidae*) sur deux variétés de *Citrus*
dans la région de Relizane.**

**MEMOIRE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN AGRONOMIE
SPÉCIALITÉ : ECOLOGIE – ENVIRONNEMENT**

Présenté par :

Melle keltouma BENAYADA

Date de Soutenance : 10 juillet 2002

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

UNIVERSITE DE TIARET.

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET BIOLOGIQUES.

**Etude de la dynamique des populations et du complexe
parasitaire de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856
(*Lepidoptera-Gracillariidae*) sur deux variétés de *Citrus*
dans la région de Relizane.**

MEMOIRE

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN AGRONOMIE
SPÉCIALITÉ : ECOLOGIE – ENVIRONNEMENT**

Présenté par :

Melle Keltouma BENAYADA

Date de Soutenance : 10 juillet 2002

Devant le jury :

- Mr CHOUKRI Ali
- Mme DOUMANDJI- MITICHE Bahia
- Mr DELLAL Abdelkader
- Mr LATIGUI Ahmed
- Mr ALLILI Abd el Karim
- Mr SAHRAOUI Lounes

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur invité

Etude de la dynamique des populations et du complexe parasitaire de *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856 (Lepidoptera – Gracillariidae) sur deux variétés de Citrus dans la région de Relizane.

Résumé : Trois ans après le lâcher de l'auxiliaire exotique *Semiellachar petiolatus* contre la mineuse des feuilles d'agrumes, ce ravageur sévit encore dans les vergers agrumicoles de Relizane.

Une étude sur la dynamique des populations de *P. citrella*. a été entreprise pendant une année sur deux variétés de Citrus (le citronnier et l'oranger) au niveau de la ferme privée EL Nakhla. Les échantillonnages ont été effectués par décade en adoptant la méthode du dénombrement périodique aléatoire des populations. Au laboratoire nous avons noté par face foliaire et par orientation des rameaux les individus vivants, morts, et parasités des différents stades de *Phyllocnistis citrella*. Les dégâts les plus importants de ce ravageur se font ressentir sur les deux variétés en période estivo-automnale. Lors de la saison estivale nous avons noté 45,10% et 38,56% d'individus respectivement sur oranger et citronnier. En automne, nous avons dénombré 32,15% d'individus sur oranger et 40,78% sur citronnier. *P. citrella* émet ses œufs sur les deux faces foliaires et l'infestation est accentuée au centre de l'arbre où nous avons noté 38,44% et 32,90% d'individus respectivement sur oranger et citronnier. Le sex-ratio avoisine 0,11 sur oranger et 0,32 sur citronnier. Le taux de mortalité enregistré en été était de 62,13% sur citronnier et de 39,75% sur oranger. En automne, le taux de mortalité était de 21,83% et de 33,30% respectivement sur citronnier et oranger. L'inventaire des parasites a révélé la présence de deux espèces autochtones (*Pnigalio mediterraneus* et *Cirrospilus pictus*) et une espèce exotique (*Semiellachar petiolatus*). Elles sont actives sur les stades âgés de la mineuse notamment le troisième stade larvaire. Le taux de parasitisme par rapport à la population hôte potentielle est de l'ordre de 8,86% sur oranger et de 8,24% sur citronnier. Les parasites recensés ne sont pas à eux seuls suffisants pour provoquer la diminution de la population de la mineuse. À cet effet de nouvelles opérations de lâcher de parasites doivent être envisagées avec la supervision d'expert en lutte biologique.

Mots clés : Relizane, *Phyllocnistis citrella*, dynamique des populations, Citrus et parasites.

ملخص :

دراسة ديناميكيًا لجمهير و مركب الطفيليات لحفارة فئاق أوراق الحمضيات *Phyllocnistis citrella* على نوعين من الحمضيات في منطقة غليزان.

ثالث سنوات بعد نشر الطفيلي *Semiolacher petiolatus* ضد حفارة فئاق أوراق الحمضيات ، هذه الحشرة لازالت تسبب أضراراً على أشجار الحمضيات ،لهذا قمنا بدراسة ديناميكيًا لجمهير و مركب الطفيليات التي تحدث من انتشارها على نوعين من الحمضيات في منطقة غليزان . أظهرت هذه الدراسة أن فصلي الصيف و الخريف يتميزان بنسبة إصابات أكثر ارتفاعاً . هذه الدراسة أظهرت كذلك أن بيض *phyllocnistis citrella* يتواجد على سطحي ورقة الحمضيات و أن الإصابات كانت أكثر حدة في وسط الأشجار .

معدل موت لحفارة فئاق أوراق الحمضيات كان عالياً في فصل الصيف و قد وصل إلى 62,13 % على أشجار الليمون و إلى 39,75 % على أشجار البرتقال . أما في فصل الخريف فمعدل موت قد وصل إلى 21,38 % على أشجار الليمون و 33,30 % على أشجار البرتقال .

تم جمع و تصنيف نوعين من أعداد الطبيعة المحلية *Fnigalio mediterraneus* و *Cirrospillus pictus* و الطفيلي *Semiolacher petiolatus* نسبة لتطفل ضعيفة بالمقارنة مع جمهير الحشرة فهي تبلغ حوالي 8,86 % بنسبة البرتقال و 8,24 % بنسبة الليمون .

هذه الأعداد نهاجم المراحل الأخيرة من حياة الحشرة و التطفل يكون محسوساً لدى بركة تطور الثالث .

إننا نقترح لمكافحة هذه الحشرة عمليات أخرى لنشر الأعداد الطبيعية .

تلمات مفتاح : غليزان ، *Phyllocnistis citrella* ، ديناميكيًا لجمهير ، الحمضيات و الطفيليات .

Study of the dynamics of the populations and the parasitic complex of *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856 (*Lepidoptera* – *Gracillariidae*) on two varieties of *Citrus* in the area of Relizane.

Summary: Three years after releasing its auxiliary exotic *Semiela cher petiolatus* against the *Citrus* leafminer one of the *Citrus* fruits sheets, this pest still prevails in the *Citrus* orchards of Relizane.

A study on the dynamics of the populations of *P. citrella* was undertaken during one year out of two varieties of *Citrus* (the lemon tree and the orange tree) on the level of private farm EL Nakhla. Samplings were carried out per decade by adopting the method of the random periodic enumeration of the populations. At the laboratory we noted by foliar face and orientation of the branches the alive, died, and parasitized individuals various stages of *Phyllocnistis citrella*. The most significant damage of this pest is made feel on the two varieties in summer and autumnal period. At the time of the summer season we noted 45,10% and 38,56% individuals respectively on orange tree and lemon tree. In autumn, we counted 32,15% individuals on orange tree and 40,78% on lemon tree. *P. citrella* emits its eggs on the two foliar faces and the infestation is accentuated in the center of the tree where we noted 38,44% and 32,90% individuals respectively on orange tree and lemon tree. The sex-ratio borders 0,11 on orange tree and 0,32 on lemon tree. The death rate recorded in summer was 62,13% on lemon tree and 39,75% on orange tree. In autumn, the death rate was 21,83% and 33,30% respectively on lemon tree and orange tree. The inventory of the parasites revealed the presence of two species noun autochton (*Pnigalio mediterraneus* and *Cirrospillus pictus*) and an exotic specie (*Semiela cher petiolatus*). They are active on the old stages of *Citrus* leafminer in particular the third larval stage. The rate of parasitism compared to the potential population host is about 8,86% on orange tree and of 8,24% on lemon tree. The conted parasites are not alone sufisants to cause the reduction in the population of *Citrus* leafminer to this end of new operations to release parasites must be to consider with the supervision of expert in biological fight.

Key words: Relizane, *Phyllocnistis citrella* dynamics of the populations, *Citrus* parasites.

DEDICACES

A la mémoire de mon père

A ma mère

A mes frères et sœurs

A tous les membres de ma famille

Je dédie ce travail

AVANT - PROPOS

Au terme de ce travail je tiens à remercier Mme le professeur **DOUMANDJI-MITICHE BAHIA** pour avoir accepté la direction de cette thèse pour son aide et son encouragement tout au long de cette étude.

Je tiens à remercier **Mr CHOUKRI ALI** pour avoir accepté de présider ce jury.

Mes remerciements s'adressent à **Mr DELLAL AEK**, **Mr LATIGUI AHMED** et **Mr ALLILI ABD EI KARIM** d'avoir accepté de juger ce travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance et tous mes remerciements à **Mr SAHRAOUI LOUNES** pour toutes les informations et la documentation qui a été mise à ma disposition.

J'adresse mes vifs remerciements au personnel de la D S A de Relizane et plus particulièrement à Mme **BELKHAROUBI**, **Mr HARIZIA**, Mme **AISSET**, Mlle **LARBAOUI** et **Mr AKROUM**.

Toute ma gratitude à **Mr HACHEMI** pour m'avoir accordé l'accès à sa ferme et à **Mr SAIDI** pour tout le temps qu'il a consacré à m'aider en terrain.

Je remercie également Melle **BOUALEM MALIKA** de L'INPV de Mostaganem et **MOKHTARIA** de Chlef pour l'acquisition de la documentation.

Que le personnel du département d'électrotechnique et plus particulièrement **Mr HAMDI**, **Mr BELARBI**, Mlle **LASFAR** et **Mr HADDOUCHE** trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je remercie mon frère **AMAR** pour m'avoir aidé et soutenu tout au long de la réalisation de ce travail.

Je remercie **Mr BENAICHATA** pour son aide.

Je remercie **BADRA**, **ABDEL HAMID**, **SNOUCI**, **KARIM** et **KHALED** pour avoir réalisé la frappe de ce document et pour leur sympathie.

Enfin que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude et ma profonde reconnaissance.

SOMMAIRE

Introduction	1
PREMIERE PARTIE : BIBLIOGRAPHIE	
Chapitre I : Présentation de la région d'étude, de la plante hôte et de ses maladies et Ravageurs.....	2
I-1 Présentation de la région d'étude.....	2
I-1-1 Situation géographique	2
I-1-2 Relief.....	3
I-1-3 Ressources hydriques	3
I-1-4 Caractéristiques climatiques.....	3
I-1-4-1 Températures	3
I-1-4-2 Pluviométrie	4
I-1-4-3 Diagramme ombrothermique	4
I-1-5 Sols	5
I-2 Présentation de la plante hôte	6
I-2-1 Taxonomie.....	6
I-2-2 Phénologie	6
I-2-3 Description des variétés étudiées	7
I-2-3 -1 Citronnier : <i>Citrus limon</i> (LINNE)	7
I-2-3-2 Oranger doux <i>Citrus sinensis</i> (LINNE)	7
I-2-4 Production et répartition	8
I-2-4-1 Dans le monde.....	8
I-2-4-2 En Algérie.....	8
I-2-4-3 L'agrumiculture dans la wilaya de Relizane	10
I-2-5 Exigences	11
I-2-5-1 Exigences climatiques	11
I-2-5-1-1 Les températures	11
I-2-5-1-2 La pluviométrie.....	12
I-2-5-1-3 L'hygrométrie.....	12
I-2-5-1-4 Le vent.....	12
I-2-5-2 Exigences édaphiques	12
I-2-6 Accidents, maladies et ravageurs	13
I-2-6-1 Accidents météorologiques	13
I-2-6-1-1 Vent	13
I-2-6-1-2 Brûlure de soleil.....	13
I-2-6-1-3 Grêle.....	13
I-2-6-1-4 Neige.....	13
I-2-6-1-5 Gel.....	13
I-2-6-2 Maladies	14
I-2-6-2-1 Maladies virales.....	14
I-2-6-2-2 Maladies bactériennes.....	14
I-2-6-2-3 Maladies cryptogamiques.....	14
I-2-6-3 Ravageurs.....	15
I-2-6-3-1 Les nématodes.....	15
I-2-6-3-2 Les acariens.....	15
I-2-6-3-3 Les insectes.....	15

Chapitre II : Présentation de L'insecte <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton.....	19
II-1 Origine et répartition géographique.....	19
II-2 Taxonomie.....	19
II-3 Bio morphologie.....	20
II-3-1 L'adulte.....	20
II-3-2 L'œuf.....	21
II-3-3 Les larves.....	21
II-3-4 La prénymphe.....	21
II-3-5 La nymphe ou chrysalide.....	21
II-4 Biologie.....	23
II-4-1 Emergence.....	23
II-4-2 Ponte et embryogenèse.....	23
II-4-3 Développement larvaire.....	23
II-4-4 Nymphose.....	23
II-4-5 Durée du cycle biologique et nombre de générations.....	24
II-5 Influence des facteurs écologiques.....	24
II-6 Plantes hôtes.....	24
II-7 dégâts et importance économique.....	25
II-7-1 Sur feuilles.....	25
II-7-2 Sur tige.....	25
II-7-3 Sur fruits.....	25
II-8 La lutte contre <i>Phyllocnistis citrella</i>	27
II-8-1 Lutte culturale.....	27
II-8-2 Lutte chimique.....	27
II-8-3 Lutte biologique.....	28
II-8-3-1 Les parasites.....	28
II-8-3-2 Les prédateurs.....	30
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION	
CHAPITRE III : Etude de la dynamique des populations de <i>phyllocnistis citrella</i>	
Stainton.....	31
III-1 Protocole expérimental.....	31
III-1-1 Présentation des vergers d'étude.....	31
III-1-1-1 La parcelle de l'oranger.....	31
III-1-1-2 La parcelle du citronnier.....	31
III-1-2 Technique d'échantillonnage.....	33
III-2 Exploitation des résultats.....	35
III-3 Etude de la dynamique des populations de <i>Phyllocnistis citrella</i>	35
III-3-1 Sur l'oranger.....	35
III-3-1-1 Dynamique des populations globales.....	35
III-3-1-2 Dynamique des populations de <i>P.citrella</i> suivant les orientations.....	39
III-3-1-3 Dynamique des populations de <i>P.citrella</i> suivant la face foliaire.....	42
III-3-1-4 Dynamique des populations de <i>P.citrella</i> suivant les saisons.....	45
III-3-1-5 Sex-ratio.....	47
III-3-2 Sur le citronnier.....	49
III-3-2-1 Dynamique des populations globales.....	49
III-3-2-2 Dynamique des populations de <i>P. citrella</i> suivant les orientations.....	52
III-3-2-3 Dynamique de populations de <i>P.citrella</i> suivant la face foliaire.....	55
III-3-2-4.Dynamique des populations de <i>P.citrella</i> suivant les saisons	58
III-3-2-5 Sex- ratio.....	59
III-4 Etude de la mortalité des populations de <i>P. citrella</i>.....	61

III-4-1 Sur l'oranger.....	61
III-4-1-1 Mortalité globale.....	61
III-4-1-2 Mortalité des populations de <i>P. citrella</i> suivant les orientations.....	64
III-4-1-3 Mortalité des populations de <i>P. citrella</i> suivant la face foliaire.....	68
III-4-1-4 Mortalité des populations de <i>P. citrella</i> suivant les saisons.....	73
III-4-2 Sur le citronnier.....	74
III-4-2-1 Mortalité globale.....	74
III-4-2-2 Mortalité des populations de <i>P.citrella</i> suivant les orientations.....	76
III-4-2-3 Mortalité des populations de <i>P.citrella</i> suivant la face foliaire.....	81
III-4-2-4 Mortalité des populations de <i>P.citrella</i> suivant les saisons.....	84
CHAPITRE IV : Etude du complexe parasitaire de <i>Phyllocnistis citrella</i>	87
IV - 1 Inventaire et étude du complexe parasitaire.....	87
IV-1-1 Inventaire.....	87
IV-1-2 Incidence parasitaire.....	89
IV-1-2-1 Sur l'oranger.....	89
IV-1-2-1-1 Evolution de l'incidence parasitaire et taux de parasitisme global.....	89
IV-1-2-1-2 Taux de parasitisme comparé dans les populations de <i>P.citrella</i>	93
IV-1-2-1-3 Taux de parasitisme suivant les orientations.....	94
IV-1-2-1-4 Taux de parasitisme suivant la face foliaire.....	96
IV-1-2-1-5 Taux de parasitisme suivant les saisons	97
IV-1-2-2 Sur le citronnier.....	98
IV-1-2-2-1 Evolution de l'incidence parasitaire et taux de parasitisme global.....	98
IV-1-2-2-2 Taux de parasitisme comparé dans les populations de <i>P.citrella</i>	102
IV-1-2-2-3 Taux de parasitisme suivant les orientations.....	103
IV-1-2-2-4 Taux de parasitisme suivant la face foliaire.....	105
IV-1-2-2-5 Taux de parasitisme de <i>P.citrella</i> suivant les saisons.....	106
Conclusion.....	108
Références bibliographiques.....	110

LISTE DES FIGURES

- Fig n° 1** : Carte géographique de la willaya de Relizane avec ses limites et ses communes.
- Fig n° 2** : Diagramme ombrothermique de l'année 2000.
- Fig n° 3** : Répartition générale du verger d'agrumes.
- Fig n° 4** : Les stades de développement de *P. citrella*.
- Fig n° 5** : Dégâts de *P. citrella*.
- Fig n° 6** : Localisation du verger d'étude.
- Fig n° 7** : Dispositif expérimental.
- Fig n° 8** : Evolution des fluctuations des populations de *P. citrella* sur oranger.
- Fig n°9** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.
- Fig n° 10** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Fig n° 11** : Fluctuations des différents stades de développement de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Fig n°12** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.
- Fig n° 13** : Evolution des fluctuations des populations de *P. citrella* sur citronnier.
- Fig n° 14** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.
- Fig n° 15** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.
- Fig n° 16** : Fluctuations des différents stades de développement de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.
- Fig n° 17** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.
- Fig n°18** : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.
- Fig n° 19** : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Fig n° 20** : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant des saisons sur oranger.
- Fig n° 21** : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.
- Fig n° 22** Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.
- Fig.n°23** : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.
- Fig n° 24** : Les espèces de parasites recensés sur oranger et citronnier à Relizane.

Fig n° 25 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur oranger.

Fig n° 26 : Taux de parasitisme vis à vis de la population globale de *P. citrella* sur oranger.

Fig n° 27 : Taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur oranger.

Fig n° 28 : Taux de parasitisme comparé dans les populations hôtes potentielles de *P. citrella* sur oranger.

Fig n° 29 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Fig n° 30 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Fig n° 31 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

Fig n° 32 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur citronnier.

Fig n° 33 : Taux de parasitisme vis à vis de la population globale de *P. citrella* sur citronnier.

Fig n° 34 : Taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur citronnier.

Fig n° 35 : Taux de parasitisme comparé dans les populations hôtes potentielles de *P. citrella* sur citronnier.

Fig n° 36 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Fig n° 37 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Fig n° 38 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau n°1** : Températures mensuelles moyennes de l'année 2000 et celle de la période d'étude.
- Tableau n° 2** : Précipitations mensuelles de l'année 2000 et celle de la période d'étude.
- Tableau n°3** : Production et superficie des agrumes en Algérie.
- Tableau n° 4** : Superficies et productions des agrumes à Relizane.
- Tableau n°5** : Produits chimiques utilisés en Algérie.
- Tableau n° 6** : Les parasites de *P. citrella*
- Tableau n° 7** : Dynamique globale des populations de *P. citrella* sur oranger.
- Tableau n° 8** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.
- Tableau n° 9** Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.
- Tableau n° 10** : Résultats du test de Newman-Keuls pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.
- Tableau n° 11** : les moyennes.
- Tableau n°12** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Tableau n° 13** : Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Tableau n°14** : Résultats du test de Newman-Keuls pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.
- Tableau n°15** : Les moyennes.
- Tableau n° 16** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.
- Tableau n°17** : Sex-ratio des populations de *P. citrella* sur oranger.
- Tableau n° 18** : Dynamique globale des populations de *P. citrella* sur citronnier.
- Tableau n° 19** : Dynamique des populations de *P.citrella* suivant les orientations sur citronnier.
- Tableau n°20** : Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.
- Tableau n°21** : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.
- Tableau n°22** : Les moyennes.
- Tableau n°23** : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.
- Tableau n°24** : Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.
- Tableau n°25** : Les moyennes.

Tableau n°26 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

Tableau n°27 : Sex- ratio des populations de *P. citrella* évoluant sur citronnier.

Tableau n° 28 : Mortalité globale des populations *P. citrella* sur oranger.

Tableau n° 29 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Tableau n°30 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n° 31 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Tableau n° 32 : Les moyennes.

Tableau n° 33 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n°34 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Tableau n°35 : les moyennes.

Tableau n° 36 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Tableau n°37 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n° 38 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Tableau n° 39 : Les moyennes.

Tableau n°40 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n° 41 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Tableau n°42 : Les moyennes.

Tableau n°43 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

Tableau n°44 : Mortalité globale des populations *P. citrella* sur citronnier.

Tableau n°45 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Tableau n°46 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n°47 : Les moyennes.

Tableau n° 48 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n°49 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Tableau n°50 : les moyennes.

Tableau n° 51 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Tableau n° 52 : Résultats de l'analyse de la variance pour la mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Tableau n°53 : Les moyennes.

Tableau n°54 : Résultats de l'analyse de la variance.

Tableau n° 55 : Résultats du test de Newman-Keuls.

Tableau n° 56 : Les moyennes.

Tableau n°57 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

Tableau n°58 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire de *P. citrella* sur oranger.

Tableau n° 59 : Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella* sur oranger.

Tableau n° 60 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Tableau n° 61 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Tableau n° 62 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

Tableau n° 63 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire de *P. citrella* sur citronnier.

Tableau n° 64 : Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella* sur citronnier.

Tableau n° 65 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Tableau n° 66 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur le citronnier.

Tableau n° 67 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

INTRODUCTION

Les agrumes occupent une place importante dans l'économie agricole de nombreux pays méditerranéens et arabes.

En Algérie, cette culture décroît chaque année. En effet l'agrumiculture Relizanaise à elle seule a connu une régression qui a fait passer la superficie de 3600 ha en 1985 à 2911 ha en 1999 (ANONYME, 2000 a). Ce fait est lié au vieillissement des vergers et aux problèmes phytosanitaires.

Les cochenilles, les pucerons, les aleurodes et la cécidite constituent les principaux ravageurs des agrumes en Algérie. Ces dernières années, *Phyllocnistis citrella* STANTON, appelée communément la mineuse des feuilles des agrumes, représente le nouveau problème entomologique qui a préoccupé les agrumiculteurs et a mobilisé les services de la protection des végétaux.

P.citrella est originaire du sud-asiatique. Elle a été décrite en 1856 par STANTON en Inde. Elle constitue un véritable problème entomologique pour les cultures des rutacées en attaquant les jeunes pousses (HEPPNER, 1993 a ; KNAPP et al, 1995).

Ce redoutable ravageur a été signalé pour la première fois au début de l'été 1994 à l'Ouest du pays puis s'est rapidement répandu dans toutes les zones agrumicoles (BERKANI et al, 1996).

Ce déprédateur dont les larves sont très voraces s'attaque essentiellement aux jeunes feuilles tendres où il creuse des galeries sinueuses dans le limbe. Ces attaques favorisent le développement du chancre bactérien des *Citrus* dont l'agent causal est *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* (GOTTWALD et al, 1997).

Trois ans après le lâcher de l'auxiliaire exotique *Semiolachar petiolatus* contre la mineuse des feuilles d'agrumes, ce ravageur sévit encore dans les vergers agrumicoles de Relizane. Cette persistance du problème nous a incité à entreprendre une étude afin d'obtenir une meilleure compréhension sur l'évolution de cet insecte.

Cette étude a été réalisée sur deux variétés de *Citrus*, le citronnier (*Citrus limon*) et l'oranger (*Citrus sinensis*). Elle nous a permis d'aborder la dynamique des populations de *P. citrella*. Elle vise également à inventorier les ennemis naturels et d'évaluer leur action sur les populations de la mineuse.

PREMIERE PARTIE : BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE I

Présentation de la région d'étude, de la plante hôte et de ses maladies et ravageurs.

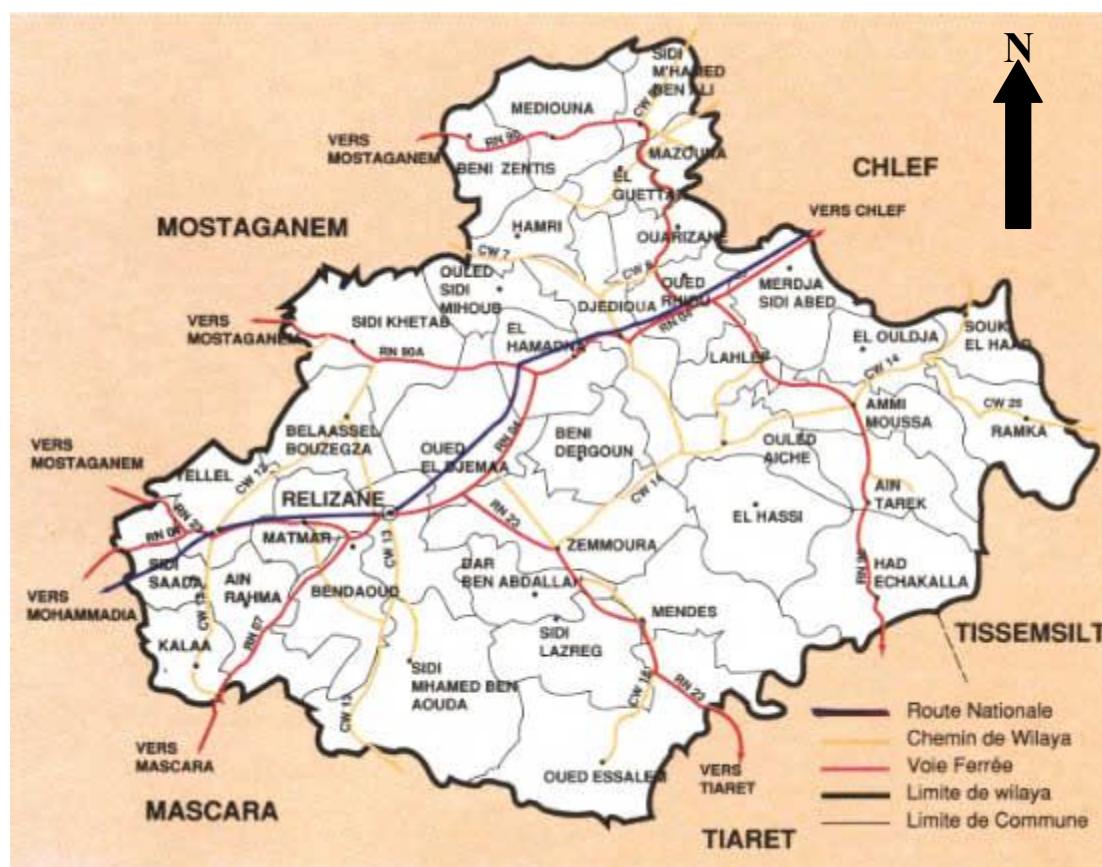
I-1 Présentation de la région d'étude

Notre étude a été réalisée à Relizane où les vergers agrumicoles sont touchés par le ravageur *Phyllocnistis citrella* STANTON.

I-1-1 Situation géographique

La wilaya de Relizane s'étend sur une superficie totale de 484000 ha. Elle est située à l'ouest du pays et à 298 km de la capitale Alger.

Elle est limitée au nord par la wilaya de Mostaganem, au sud par la wilaya de Tiaret, à l'est par la wilaya de Chlef et Tissemsilt à l'ouest par la wilaya de Mascara (Fig n° 1).



Echelle : 1/710000

(ANONYME, 2000 a)

Fig. n° 1 : Carte géographique de la wilaya de Relizane avec ses limites et ses communes.

I-1-2 Relief

Le relief de la wilaya se caractérise par trois zones distinctes :

- Les plaines de la Mina et du Bas Chellif qui occupent la partie centrale de la wilaya. Ce sont les basses plaines qui s'étalent sur une superficie de 155350 ha et comportent l'essentiel du verger arboricole et le maraîchage.
- Les Hautes Plainnes situées essentiellement au sud de la wilaya et occupent une superficie de 146150 ha. Ces plaines sont à vocation céréalière.
- Les zones de montagnes couvrent une superficie de 182500 ha et sont constituées par les monts de Dahra, de l'Ouarsenis et de Beni-chougrane (ANONYME, 2000 a)

I-1-3 Ressources hydriques

La wilaya de Relizane dispose de deux barrages, (Gargar et Essaada) et d'une retenue El merdja avec respectivement 225, 450 et 56 hm³ de capacité.

I-1-4 Caractéristiques climatiques

Le climat de la région de Relizane est du type continental caractérisé par un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

OMRANI (1993) rapporte que dans cette région, les températures maximales dépassent parfois celles observées dans le désert (48° au mois de juillet).

I-1-4-1 Températures

Elles jouent un rôle important dans la vie des insectes. En effet le niveau de populations des ravageurs est modulé par les conditions thermiques.

Le tableau n° 1 montre que durant la période d'étude, la moyenne de la température du mois le plus chaud (juillet 2001) est de l'ordre de 31° C, tandis que celle du mois le plus froid (février) elle est de l'ordre de 11,6° C.

Tableau n° 1 : Températures mensuelles moyennes de l'année 2000 et celle de la période d'étude.

Mois/ données	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
T moy-2000	9,6	13,9	15,1	17,2	23,7	25,5	28,9	28,7	23,3	18,8	15,6	13,3	
Période d'étude 2000-2001	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt
T maximale	45,4	44,4	36,8	29,4	27,5	27,6	26,8	25,3	37,5	32,3	36,7	45,5	48,7
T minimale	12,5	13	9,8	8,3	3,7	-1	-1,4	-2	3,4	1,3	5,2	12,3	13,3
T moyenne	28,9	28,7	23,3	18,8	15,6	13,3	12,7	11,6	20,4	16,8	20,9	28,9	31

(ANONYME, 2000 b et ANONYME, 2001)

I-1-4-2 Pluviométrie

Le tableau ci dessous montre que la pluviométrie est irrégulière dans cette région. Durant l'année 2000, nous avons enregistré seulement 190,6 mm et le maximum des précipitations est noté au mois de novembre avec 70,4 mm.

Au cours de la période d'expérimentation, nous avons enregistré un total de 365,1mm. Le mois le plus pluvieux était le mois de janvier avec 105,2 mm alors que les mois de juin et de juillet étaient secs.

Tableau n° 2 : Précipitations mensuelles de l'année 2000 et celle de la période d'étude.

Mois/ données	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D		Total mm/an
P (mm) 2000	0,2	0	8,1	4,8	7,1	0	0,3	0,1	33,5	56,6	70,4	9,5		190,6
Période d'étude 2000-2001	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	Total mm/an
P (mm)	0,3	0,1	33,5	56,6	70,4	9,5	105,2	40,1	0,8	41,1	7,5	0	0	365,1

(ANONYME, 2000 b et ANONYME, 2001)

I-1-4-3 Diagramme ombrothermique

Les températures moyennes mensuelles et les précipitations nous permettent d'établir le diagramme ombrothermique qui s'obtient par la formule $P=2T$.

Le diagramme ombrothermique de l'année 2000 représenté par la figure n° 2 fait distinguer la présence d'une période sèche entre janvier et la fin de septembre. La période humide s'étale d'octobre à la mi-décembre.

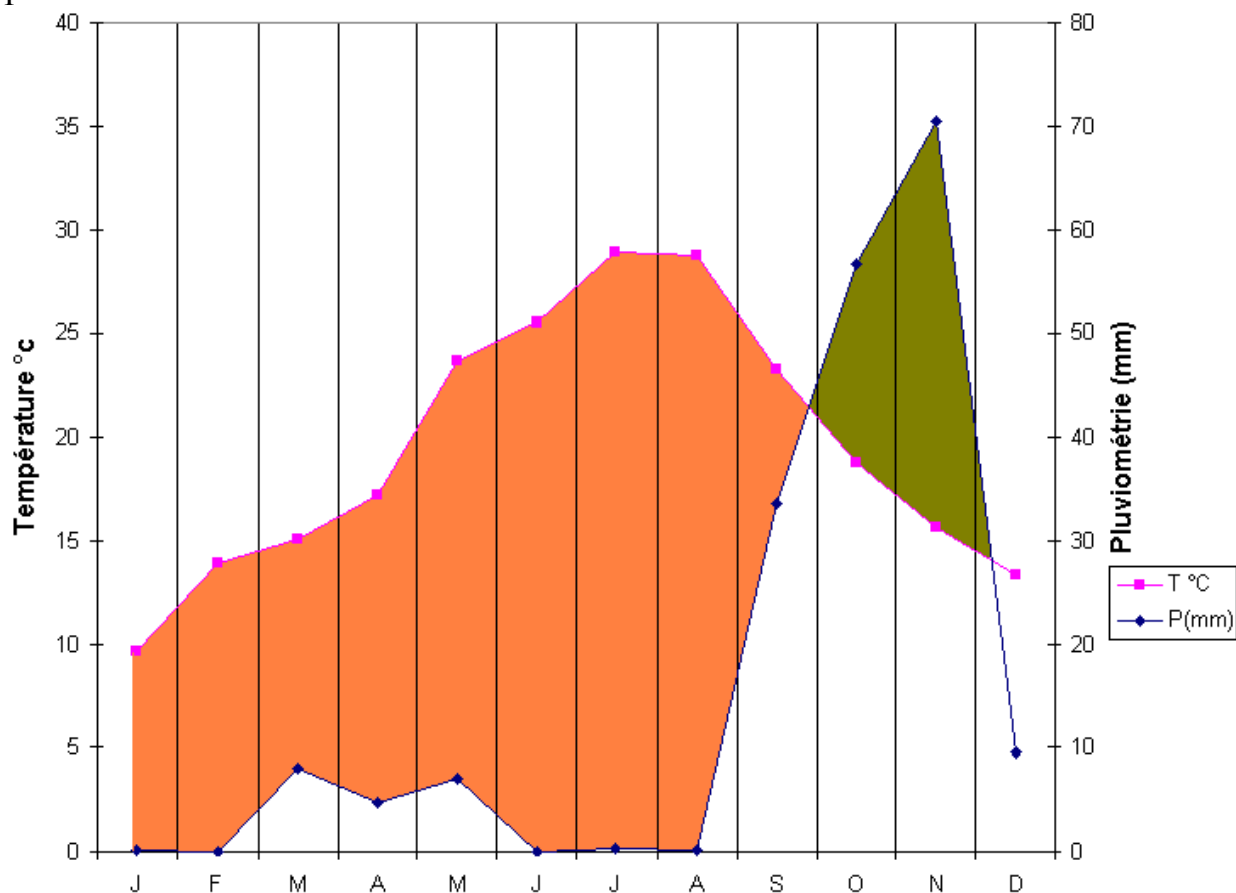
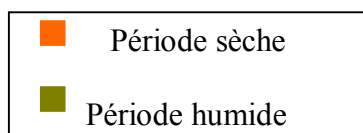


Fig n°2 : Diagramme ombrothermique de l'année 2000



I-1-5 Sols

Selon ANONYME (2000 a), la région de Relizane présente les types de sols suivants :

- Les sols peu évolués : Ils sont d'apport alluvial et caractérisent les terres situées sur le prolongement de l'Oued Chellif.
- Les sols hydromorphes : Ces sols se rencontrent essentiellement dans la zone de Merdja Sidi-Abed. Ils sont occupés par les cultures annuelles.
- Les vertisols.
- Les sols calcimagnésiques et les sols halomorphes salins.

I-2 Présentation de la plante hôte

I-2-1 Taxonomie

Selon SWINGLE (1948) in PRALORAN (1971), de nombreux genres voisins de ceux composant les agrumes ont une grande importance non seulement en matière de phylogénie de ces plantes mais encore comme source de matériel végétal possédant des caractères intéressants quant à sa résistance ou son adaptation aux conditions de milieu (parasites, froid, chlorure, sécheresse, humidité...etc).

Ces aptitudes confèrent aux agrumes un intérêt et réserve à leur taxonomie une place importante.

La taxonomie des agrumes est la suivante :

Ordre : Géraniales.
Famille : Rutaceae.
Sous famille : Aurantioideae.
Tribu : Citreae.
Sous tribu : Citrinae.
Groupe : Eucitrus (à fruits d'agrumes vrais).

Seulement trois genres sont importants en arboriculture fruitière : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*.

Le genre *Citrus* est celui auquel appartiennent les principales espèces cultivées.

I-2-2 Phénologie

Selon LOUSSERT (1989 a), la croissance végétative se manifeste sur les jeunes ramifications au cours des trois périodes suivantes :

- De la fin février au début mai, se manifeste la poussée de printemps. Les ramifications s'allongent et développent des jeunes feuilles de coloration vert clair très distinctes des autres feuilles plus âgées colorées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent en avril- mai les pousses fructifères (boutons floraux, puis fleurs).

- Au courant juillet – août, se développe la poussée d'été dont la vigueur dépend des températures, des irrigations et de la vigueur des arbres. Cette poussée est moins importante que celle du printemps et de l'automne.

- Du mois d'octobre à la fin novembre apparaît la poussée d'automne. Elle assure en partie le renouvellement du feuillage.

Les trois poussées de sève décrites sont le résultat de trois flux de sève qui commandent le développement végétatif de l'arbre. Ces flux de sève se traduisent par une forte activité d'absorption au niveau du système racinaire et une intense activité de synthèse chlorophyllienne au niveau de la frondaison.

I-2-3 Description des variétés étudiées

I-2-3 -1 Citronnier : *Citrus limon* (LINNE)

Le citronnier présente en général une grande vigueur et un port clair. D'après DE RAVEL D'ESCLAPON (1984), le citronnier se caractérise par de grandes feuilles peu brillantes et des tiges assez grosses et plus ou moins épineuses. Son fruit est gros, jaune clair à écorce épaisse ou mince et lisse.

La variété la plus cultivée Eureka, est originaire de Californie. Elle a des fruits de calibre moyen, très acide et juteux. Ces derniers en se rassemblant en bouquets aux extrémités des branches se trouvent très exposés à l'action du vent (REBOUR, 1966).

I- 2-3-2 Oranger doux *Citrus sinensis* (LINNE)

L'oranger est originaire d'Asie tropicale. Selon LOUSSERT (1989 a), l'oranger est l'espèce la plus importante du genre *Citrus* car elle présente un nombre élevé de variétés et une production importante.

Chez l'oranger, le fruit est de forme et de couleur variables selon la variété. En général d'après BLONDEL (1959) cité par ZOUAOUI (1997) et REBOUR (1966), le fruit est d'une forme globuleuse ou légèrement ovale parfois aplatie aux pôles, de couleur orange, habituellement asperme, caractérisé par un ombilic plus ou moins développé au point pistillaire. Sa pulpe est croquante, bien colorée, juteuse avec une faible acidité.

Selon PRALORAN (1971), les oranges se classent en quatre groupes : Les oranges blondes Navel, les oranges blondes, les oranges sanguines et les oranges sans acidité.

I-2-4 Production et répartition

I-2- 4-1 Dans le monde

Les agrumes sont originaires des pays du sud –est asiatique. Les chinois les cultivèrent pour leurs parfum puis pour leurs fruits (LOUSSERT, 1989 a).

PRALORAN (1971) et LOUSSERT (1989 a) rapportent qu'en 1400, les Portugais introduisent l'oranger en Méditerranée.

Du bassin méditerranéen, les agrumes sont répandus dans le monde par trois voies :

- Les Arabes assurent leur diffusion sur la côte est de l'Afrique jusqu'au Mozambique.

- En 1493, Christophe Colomb les introduit à Haïti (île de la mer des Caraïbes) et à partir de laquelle la diffusion s'est faite vers le Mexique en 1518.

- En 1654, les navigateurs anglo – hollandais introduisent les premiers agrumes dans la province du Cap en Afrique du sud.

Dans le monde, les agrumes couvrent 6% de la surface totale réservée à l'arboriculture et représentent le troisième fruit utilisé en industrie (SINGH et AZAM, 1986).

En 1981, la production mondiale d'agrumes a dépassé 55 millions de tonnes précédant ainsi celle des bananes et des pommes (LOUSSERT, 1989 a).

I- 2-4-2 En Algérie

La production des agrumes est répartie dans trois grandes régions (Fig.n°3)

- L'Ouest : l'Oranie avec les wilaya de Tlemcen, Sidi bel abbas, Oran, Mostaganem, Mascara et Relizane.
- Le Centre : avec la plaine de Mitidja, Chlef, Tizi ousou et Bouira.
- L'Est : le Constantinois avec les régions de Skikda, Djijel, Annaba, Guelma et Bejaia.

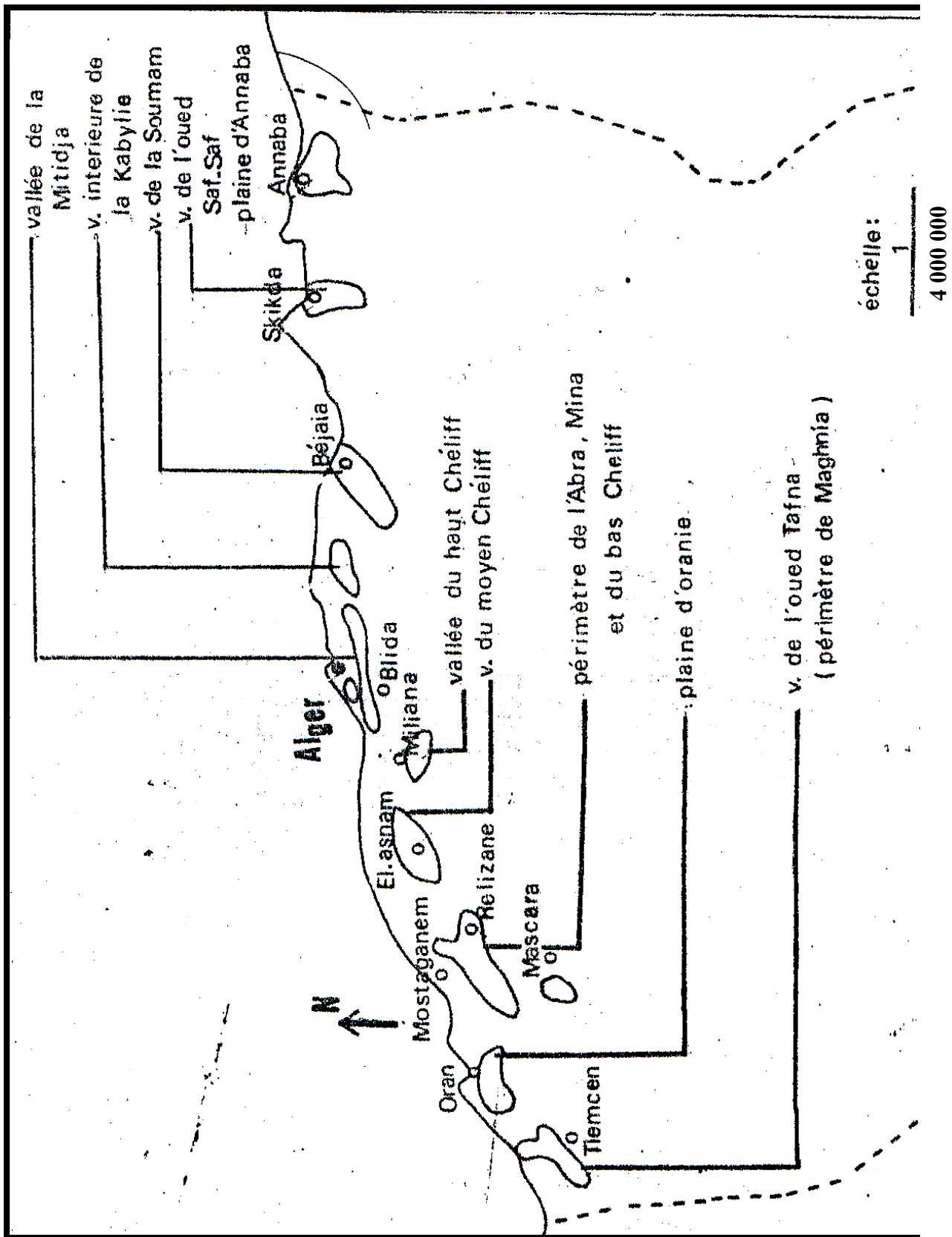


Fig n° : 3 Répartition générale du verger d'agrumes

(ANONYME, 1975 in HOUATIS, 1995)

En 1997, L'agrumiculture couvrait une superficie totale de 44620 ha avec une production totale d'environ 3503970 qx (tableau n°3).

Tableau n° 3 : Production et superficie des agrumes en Algérie.

Spéculation	Superficie complantée (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production (qx)
Oranger	28500	25750	2432840
Clémentinier	10980	10200	726520
Citronnier	2640	1960	154410
Mandarinier	2310	2200	175370
Pomelo	190	170	14830
Total	44620	40280	3503970

(ANONYME,1997)

I-2- 4-3 L'agrumiculture dans la wilaya de Relizane

A Relizane, les agrumes et l'olivier constituent l'essentiel du potentiel arboricole. Ils couvrent 75% de la surface totale réservée à l'arboriculture.

Les vergers agrumicoles sont localisés dans les périmètres de la Mina et du Bas Chellif.

L'analyse de la production agrumicole de la campagne 1999/2000 représenté au tableau n° 4 fait ressortir que les agrumes occupent une superficie de 2947,5 ha. Pour une superficie récoltée de 2416 ha le rendement moyen est de 95qx/ha. Nous constatons également que le rendement le plus élevé est enregistré chez la variété Tarroco, alors que le citronnier ne produit que 81,5 qx/ha.

Tableau n° 4 : Superficies et productions des agrumes à Relizane.

Variété	Superficie totale (ha)	Superficie récoltée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Clémentine	950,5	813,5	68768	84,53
Thomson	1249	1005	106235	105,70
Portugaise	10	09	760	84,44
Valencia-late	133,5	106,5	9940	93,33
Orange sanguine	176	136	11710	86,10
Tarroco	12	12	2080	173,33
Double fine	266	238	21307	89,52
Citron	122,5	71	5789	81,53
Orange commune	28	25	2540	101,6
Total	2947,5	2416	229129	95

(ANONYME, 2000 a)

I-2-5 Exigences

I-2-5-1 Exigences climatiques

I-2-5-1-1 Les températures

Selon LOUSSERT (1989 a), les températures moyennes favorables à la culture des *Citrus* sont de 10° C à 14° C en période hivernale et de 22° C à 24° C en période estivale.

Les basses températures hivernales et printanières sont souvent un facteur limitant l'extension de la culture. En effet une température inférieure à zéro degré centigrade entraîne d'importants dégâts aux agrumes.

NESTERENCO in PRALORAN (1971) rapporte que les températures de -8°C et - 9° à -10° C provoquent respectivement la destruction de la plante du citronnier et de l'oranger.

Les températures élevées provoquent également de sérieux dégâts particulièrement au moment de la floraison. Elles sont à craindre surtout lorsqu'elles sont accompagnées d'un vent chaud et desséchant (sirocco).

Les températures optimales de végétation de la fin du printemps au début de l'automne sont de l'ordre de 22° à 26° C (LOUSSERT, 1989 a).

I-2-5-1-2 La pluviométrie

D'après PRALORAN (1971), les agrumes sont originaires du sud-est asiatique caractérisé par une pluviosité de 1200 mm/an. Cette pluviométrie globale annuelle représente une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes exige le recours à l'irrigation.

En plus de cette hauteur globale des pluies, trois autres facteurs ont leur importance :

- La répartition des chutes de pluies au cours de l'année;
- L'intensité des chutes aux différentes saisons;
- L'intensité de l'évapotranspiration potentielle.

I-2-5-1-3 L'hygrométrie

D'après REBOUR (1966), une atmosphère humide régularise la température. Elle exerce une action bienfaisante, mais un excès d'humidité favorise la pullulation des parasites et le développement de la fumagine et des moisissures.

I-2-5-1-4 Le vent

LOUSSERT (1989 a), signale que l'action mécanique du vent peut provoquer indirectement des blessures sur les fruits (par frottement ou par transport de grains de sable). L'action du vent associée à celle des pluies orageuses d'automne peut provoquer une importante chute de la production fruitière.

I-2-5-2 Exigences édaphiques

Selon REBOUR (1966), les agrumes prospèrent dans les sols où l'aération, la perméabilité et la capacité de rétention pour l'eau sont favorables à l'activité des racines. Ainsi la texture de ces sols doit se rapprocher des résultats de l'analyse granulométrique suivants :

- Argile : 5 à 10%.
- Limon : 20%.
- Sable fin : 20%.
- Sable grossier : 50%.

D'après DE RAVEL D'ESCLAPON (1984), les agrumes préfèrent les terres avec 5 à 10% de calcaire et à PH neutre (7) à légèrement acide (6,5).

I-2-6 Accidents, maladies et ravageurs

I-2-6-1 Accidents météorologiques

1-2-6-1-1 Vent

REBOUR (1966), rapporte que les vergers agrumicoles insuffisamment protégés subissent des dégâts considérables suite à une action violente du vent. Ces dégâts se traduisent par un arrêt de la végétation, une défoliation et un dessèchement des extrémités du côté le plus exposé.

I-2-6-1-2 Brûlure de soleil

Le soleil peut occasionner de graves brûlures de l'écorce du tronc ou des branches principales. Cet accident s'observe surtout dans les plantations qui ne sont pas régulièrement irriguées et dont les arbres sont mal taillés (REBOUR, 1966).

I-2-6-1-3 Grêle

La grêle cause de graves dommages par les nombreuses blessures qu'elle provoque sur les rameaux et les jeunes branches. Ces blessures favorisent le développement des cryptogames et des virus. Les grêlons provoquent sur les fruits des blessures qui réduisent fortement leur valeur marchande.

I-2-6-1-4 Neige

La neige peut provoquer par son poids la rupture des branches. Cet accident se produit sur les arbres non taillés et dont la charpente est formé par de nombreux rameaux grêles (REBOUR, 1966).

PRALORAN (1971) note que la neige provoque un gel limité à la partie supérieure du fruit, qui les rend commercialement inutilisables.

I-2-6-1-5 Gel

Le gel cause des dommages au feuillage et aux rameaux. La gelée peut atteindre l'intérieur du fruit et causer des dommages sans que l'apparence extérieure soit changée (REBOUR, 1966).

I-2-6-2 Maladies

I-2-6-2-1 Maladies virales

Les dommages des maladies virales sur agrumes peuvent aller de la réduction de la production jusqu'à la mort de l'arbre.

Les viroses constituant une menace pour l'agrumiculture sont :

La tristeza;

Les psoroses;

L'exocortis;

La xyloporose (cachexie);

Le stubborn;

L'impetratura;

Le cristacortis.

I-2-6-2-2 Maladies bactériennes

La bactériose des agrumes est provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae*, VAN HALL. Cette maladie se manifeste surtout sur les feuilles et les rameaux. Les attaques sur fruit sont observées sur le citronnier.

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.

I-2-6-2-3 Maladies cryptogamiques

Les principales maladies cryptogamiques susceptibles de causer des dégâts sur la partie aérienne ou souterraine des agrumes sont :

La gommose;

Le pourridié;

L'anthracnose;

Le mal secco;

Le scab;

Les moisissures et les pourritures des fruits.

I-2-6-3 Ravageurs

Les ennemis susceptibles de causer des dégâts aux agrumes tant sur la plante que sur la récolte sont extrêmement nombreux.

I-2-6-3-1 Les nématodes

Tylenchulus semipenetrans COBB est un ennemi spécifique des agrumes. Cette espèce a été trouvée par le docteur TRABUT en 1915 dans la Mitidja (PIGUET, 1960).

Tylenchulus semipenetrans s'attaque aux racines et aux radicules sur lesquelles elle provoque des nécroses (LOUSSERT, 1989 b).

I-2-6-3-2 Les acariens

Les acariens sont de minuscules ravageurs vivant et se développant sur les organes végétaux. Les dommages qu'ils provoquent se manifestent sous diverses formes : nécroses, décoloration, chute des feuilles, des bourgeons et des fruits.

Les espèces auxquelles sont imputés les plus graves dégâts sont :

- *Aceria sheldoni* (Acarien des bourgeons);
- *Tetranychus cinnabarinus* (Acarien tisserant);
- *Hemitarsonemus latus* (Acarien ravisseur).

I-2-6-3-3 Les insectes

Les attaques d'insectes peuvent se manifester sur tous les organes des plants d'agrumes. L'entomofaune déprédatrice d'agrumes peut être représentée par plusieurs ordres :

-Les Homoptères

Dans cet ordre nous citons :

- **Les cochenilles**

Elles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par la dépréciation qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent aux arbres (LOUSSERT, 1989 b).

Selon PIGUET (1960), les cochenilles s'attaquant aux agrumes sont représentées par :

- La cochenille blanche (*Pseudococcus citri*, RISSO);
- La cochenille australienne (*Icerya purchasi*, MASK);
- La cochenille noire de l'olivier (*Saissetia oleae*, BERNARD);
- La cochenille chinoise (*Ceroplastes sinensis*, DEL GUERCIO);
- Les cochenilles plates (*Coccus hesperidum*, LINNE et *Eucalymnatus tessellatus*, SIGNORET);
- Le pou de lierre (*Aspidiotus hederae*, VALLOT);
- Le pou rouge (*Chrysomphalus dictyospermi*, MORG);
- Le pou de Floride (*Chrysomphalus aonidum*, LINNE);
- Le pou rouge de Californie (*Aonidiella aurantii*, MASK);
- Le pou noir (*Parlatoria zizyphi*, LUCAS);
- La cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*, COMST);
- La cochenille serpette (*Lepidosaphes gloverii*, PACK).

• Les pucerons

Les pullulations des pucerons compromettent le développement végétatif des nouvelles pousses. Les colonies se localisent sur les jeunes ramifications et se nourrissent de la sève du végétal. Les piqûres des pucerons provoquent un enroulement des feuilles et un ralentissement de la croissance des jeunes rameaux (LOUSSERT, 1989 b).

Les principales espèces s'alimentant aux dépens des agrumes sont :

- Le puceron noir de l'oranger (*Toxoptera aurantii*, FONSC);
- Le puceron vert de l'oranger (*Aphis spiraecola*, PATCH);
- Le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*, SULZ);
- Le puceron du cotonnier (*Aphis gossypii* GLOVER).

Ces insectes peuvent transmettre des virus aux agrumes.

- **Les aleurodes**

Ce sont de petits Homoptères causant des dégâts au même titre que les cochenilles. Les espèces d'aleurodes les plus rencontrées sur agrumes sont représentées par la mouche blanche des agrumes (*Dialeurodes citri*, ASH) et la mouche blanche flocconeuse (*Aleurothrixus floccosus*).

Les attaques d'aleurodes se caractérisent par l'excrétion par les larves d'un abondant miellat qui se recouvre rapidement de fumagine.

Les prélèvements de sève et la présence de fumagine entraînent une diminution de la vigueur qui se traduit par une réduction notable de la floraison et de la fructification (LOUSSERT, 1989 b).

- **Les Diptères**

Sur les fruits des agrumes se développe un petit diptère connu sous le nom de la mouche méditerranéenne des fruits ou *Ceratitis capitata* (WIEDMAN).

La cératite, en effectuant sa ponte dans les fruits altère les tissus. Ces derniers deviennent grumeleux, durcissent et noircissent. La larve de cet insecte en dévorant la pulpe entraîne la pourriture du fruit qui tombe à terre. Le point de ponte et la galerie creusée par cette larve favorisent souvent le développement des champignons responsables des pourritures (LOUSSERT, 1989 b).

- Les Thysanoptères**

Dans cet ordre les prédateurs sont représentés par les thrips notamment le thrips de serre (*Heliethrips haemorrhoidalis*, BOUCHE).

Cette espèce s'attaque au feuillage qui s'enroule et aux fruits qui présentent des zones blanchâtres ou argentées, qui par la suite peuvent brunir. L'épiderme s'épaissit et se craquelle. Ceci conduit à la réduction de la valeur marchande des fruits (PRALORAN, 1971).

- Les Lépidoptères**

- La teigne des fleurs (*Prays citri*, MILLERS)

Elle est appelée le plus souvent teigne du citronnier en raison de sa fréquence sur cette essence.

Il s'agit d'un micro lépidoptère dont la larve dévore les parties internes des boutons floraux. Peu après la nouaison, cette larve détruit l'intérieur des jeunes fruits (DE RAVEL D'ESCALAPON, 1984).

Sur le citronnier, la teigne des fleurs provoque la destruction de plus de 90% des organes fructifères (PIGUET, 1960).

- le ver de l'ombilic (*Myelois ceratoniae*, ZELL)

Ce micro lépidoptère attaque les variétés "Navel". La larve s'introduit dans l'excavation ombilicale et entame plus ou moins profondément la pulpe (PIGUET, 1960).

- Le cryptoblabès (*Cryptoblabes gnidiella*, MILL)

L'attaque de ce micro lépidoptère se manifeste sur toutes les variétés, mais ne revêt d'importance économique que sur celles fructifiant en bouquets serrés.

Les chenilles attaquent le zeste dans la zone de contact des fruits entre eux ou dans des endroits envahis par des amas de cochenilles blanches.

Les fruits (perforés plusieurs fois) jaunissent rapidement et tombent précocement (PIGUET, 1960).

Autres chenilles peuvent évoluer sur le feuillage des agrumes. Parmi elles nous citons :

- La tordeuse de l'œillet (*Cacaecia pronubana*, HB);
- *Taragama repanda*, HB;
- La mineuse des feuilles de *Citrus* (*Phyllocnistis citrella*, STANTON)

Phyllocnistis citrella en s'attaquant aux jeunes feuilles de nombreuses espèces du genre *Citrus* représente un ravageur redoutable à l'agrumiculture.

Conclusion

L'agrumiculture algérienne a une grande importance économique. Le développement de ce secteur s'appuie sur la limitation des problèmes qui entravent l'amélioration quantitative et qualitative de la production.

Les problèmes phytosanitaires engendrés par les ravageurs et les maladies participent dans une grande part à la réduction de la production agrumicole. Parmi les déprédateurs, *P. citrella* est redoutable. C'est pourquoi, nous nous sommes intéressés à cet insecte pour son étude bio écologique et celle de ses ennemis naturels.

CHAPITRE II

Présentation de l'insecte :

Phyllocnistis citrella Stainton

II-1 Origine et répartition géographique

La mineuse des feuilles des *Citrus* est originaire du sud-asiatique. Elle a été observée pour la première fois en 1856 à Calcutta en Inde (SPONAGEL et DIAZ, 1994 in BAUTISTA- MARTINEZ et al, 1998). En 1940, cet insecte a été détecté en Australie (EVANS, 1995).

La mineuse a atteint l'Arabie Saoudite en 1960 puis a pénétré en Afrique par le Soudan en 1962 (GUEROUT, 1974).

Ce ravageur a montré une large distribution géographique. Il a été observé pour la première fois en Floride en mai 1993 (HEPPNER, 1993 a). Après cette invasion, la mineuse des feuilles de *Citrus* a été signalée dans tout le bassin méditerranéen (MOLLA et al, 1997).

Elle a envahi l'Espagne en 1993 (GARIJO et GARCIA, 1994), le Liban en 1994 (KFOURY et EL-AMIL, 1998), la France en 1994 (BRUN et BORELI, 1995), le Portugal en 1994 (CAVACO et al, 1997), l'Italie en 1995 (DELRIO, 1996), la Tunisie en 1994 (CHERMITI et al, 1998) et le Maroc en 1994 (BOUGHADAD et al, 1999).

En Algérie, la mineuse a été signalée pour la première fois au début de l'été 1994 dans les vergers de l'ouest (Misserghin) (BERKANI, 1995).

BERKANI et al (1996) rapportent que *Phyllocnistis citrella* représente le troisième phytophage introduit en moins de quinze années.

Actuellement, la mineuse est le principal ravageur des agrumes. Il est présent dans les vergers de l'ouest, du centre ainsi que dans ceux de l'est du pays.

II-2 Taxonomie

Selon BALACHOWSKY (1966), la systématique de la mineuse des feuilles des agrumes est la suivante :

Embranchement : Arthropodes
Classe : Insectes
Sous classe : Pterygotes
Super ordre : *Mecopteroïdea*
Ordre : *Lepidoptera*
Sous ordre : *Heteroneura*
Division : *Dystrysia*
Sous division : *Heterocera*
Super famille : *Tineoïdae*
Famille : *Gracillariidae*
Sous famille : *Phyllocnistinae*
Genre : *Phyllocnistis*
Espèce : *Phyllocnistis citrella*

II-3 Bio morphologie

II-3-1 L'adulte

D'après QUILLICI et al (1996), l'adulte de *Phyllocnistis citrella* est un micro lépidoptère mesurant 2 à 3 mm de long et 4 à 5 mm d'envergure. Au repos, il ne mesure que 2 mm (HEPPNER, 1993 a) (Fig n°4 a).

La couleur de ce micro lépidoptère est en général blanche argentée. Le fond de ses ailes antérieures est d'un blanc neigeux, devenant jaune distalement avec plusieurs petites stries obliques ou perpendiculaires à la côte. D'autre part on observe un trait noir distal formant le rayon d'un éventail à 3 ou 4 lignes de même couleur (BALASHOWSKY, 1966).

L'aile postérieure est extrêmement étroite, les marges costales et intérieures portent de longs poils (BADAWY, 1967).

Selon KNAPP et al (1995), l'adulte a une durée de vie comprise entre 2 à 12 jours. Il est actif du crépuscule jusqu'au matin. Il se nourrit de nectar et pond vers le soir et pendant les premières heures du matin.

II-3-2 L'œuf

Selon QUILLICI et al (1995), l'œuf de *Phyllocnistis citrella* est ovale et mesure entre 0.2 et 0.3 mm. Nouvellement déposé, il a une couleur transparente, après 2 jours, il change de couleur et devient jaune pâle et opaque (KNAPP et al, 1995) (Fig. n° 4 b).

II-3-3 Les larves

Durant son cycle évolutif, la mineuse des feuilles de *Citrus* passe par quatre stades larvaires (BADAWY, 1967).

Les larves du premier stade sont blanches transparentes puis à leur deuxième et troisième stade, acquièrent la couleur jaune visible à travers la cuticule (GARRIDO, 1995).

Selon KNAPP et al (1995), la capsule céphalique du premier stade larvaire est plus large que le thorax et l'abdomen. Les larves du deuxième et troisième stade présentent une tête plus étroite que le thorax et les segments abdominaux (Fig n° 4 c).

GUEROUT (1974) note que les larves se nourrissent seulement pendant les trois premiers stades. Ces dernières ont un appareil buccal typique des chenilles mineuses comprenant deux mandibules aplaties dorso-ventralement en lame portant une fine denture.

II-3-4 La prénymphe

D'après BALACHOWSKY (1966), le quatrième stade larvaire est considéré comme une prénymphe.

Selon KNAPP et al (1995), après l'achèvement de la prise de nourriture, la larve du troisième stade mine généralement une ligne droite vers le bord de la feuille et se transforme en larve du quatrième stade (Prénymphe) (Fig.n°4 d).

Selon GARRIDO (1995), la prénymphe est de couleur jaune et de forme cylindrique. Elle ne se nourrit pas et ses pièces buccales servent à la fabrication du cocon de nymphose (KNAPP et al, 1995).

II- 3-5 La nymphe ou chrysalide

La chrysalide est oblongue de 3 à 4 mm de long, de couleur brun clair devenant sombre en fin de stade (GUERROUT, 1974) (Fig. n°4 e).

D'après BALACHOWSKY (1966), la tête de la chrysalide est munie d'une épine frontale acérée permettant l'ouverture du cocon formé lors de la nymphose. Cette épine est longue et courbée chez la femelle alors qu'elle est courte et droite chez le mâle (BOUGHADAD et al, 1999).



a : Adulte GR x 2,5



b : Oeuf GR x 3,2



c : Larve du troisième stade GR x 2,5



d : Prétympe GR x 3,2



e : Chrysalide GR x 2,5

Fig n° 4 : les stades de développement de *Phyllocnistis citrella*

Original

II-4 Biologie

II-4-1 Emergence

KNAPP et al (1995) rapportent que juste avant l'émergence de l'imago, la nymphe avance vers l'extrémité antérieure du cocon. Cette dernière en utilisant son épine frontale crée une ouverture par laquelle elle pousse son corps. Les adultes émergent tôt le matin et les accouplements ont lieu 14 à 24 heures après l'émergence.

22

II-4-2 Ponte et embryogenèse

Généralement la femelle de *P. citrella* pond 20 à 100 œufs durant sa vie. Cette ponte a lieu sélectivement sur les jeunes feuilles issues de jeunes pousses souvent à proximité de la nervure principale (QUILLICI et al, 1996).

Selon BOUZOUANE et al (1994), les œufs sont déposés soit isolément soit par groupe de 2 ou 3 éléments juxtaposés sur l'une ou l'autre face de la feuille.

Selon HEPPNER (1993 a), La durée d'incubation de l'œuf est de 2 à 10 jours. Elle varie avec la température. Elle est de 9.5 ± 1.5 jours à 20 °C et de 7.5 ± 0.6 jours à 25 °C (B.A. ANGOUD, 1978).

II-4- 3. Développement larvaire

A l'éclosion, les jeunes larves pénètrent sous la cuticule de la feuille et se nourrissent à partir des cellules du parenchyme qu'elles perforent grâce à leurs crochets mandibulaires (BRUN et BORELI, 1995).

Selon QUILLICI et al (1995), les larves creusent une mine sinueuse marquée au milieu par une ligne sombre d'excréments. Cette mine va progressivement s'allonger et s'élargir au fur et à mesure que la larve se développe. En fin de développement larvaire la mine atteint une longueur de 50 à 100 mm.

Selon HEPPNER (1993 a), la durée du développement larvaire est de 5 à 20 jours. Cette durée varie avec la température. Elle est de 18.5 ± 2.5 jours à 20 °C et de 12.5 ± 1.6 jours à 30 °C (B.A – ANGOUD, 1978).

BOUGHADAD et al (1999), rapportent que la durée du développement larvaire varie selon le stade considéré. Elle est de 2 à 9 jours, 2 à 10 jours, 2 à 9 jours et 2 à 11 jours respectivement pour les larves du premier, deuxième, troisième et quatrième stade.

II-4-4 Nymphe

D'après BALACHOWSKY (1966), le quatrième stade larvaire ou prénympe est caractérisé par un développement de filières à soies servant à confectionner le cocon nymphal. La nymphe a lieu sur le bord de la feuille que la chenille replie en étui pour y tisser le cocon de nymphe.

D'après KNAPP et al (1995), la nymphose peut avoir lieu dans les dépressions ailleurs que sur le bord de la feuille.

II -4- 5. Durée du cycle biologique et nombre de générations

Selon PANDEY et PANDEY (1964) in ARGOV et RÖSSLER (1996), la durée totale du cycle biologique dépend des conditions climatiques. Cette durée est comprise entre 13 et 52 jours.

QUILLICI et al (1997) mentionnent qu'à une température comprise entre 26°C et 29°C, la durée totale du cycle est de 13 à 15 jours.

Le nombre de générations est variable selon les conditions climatiques. La mineuse des feuilles de *Citrus* développe entre 5 et 13 générations par an, (GARIJO et GARCIA, 1994).

BOUZOUANE et al (1994) rapportent que la durée d'une génération est de 23 jours, 42 jours et 47 jours respectivement pour des températures de 35 °C, 16.6 °C et 20 °C.

II-5 Influence des facteurs écologiques

CAÏZIJIAN (1999) note que le développement annuel de la mineuse des feuilles de *Citrus* est affecté par les facteurs climatiques notamment la température et l'humidité.

KHANNA et PANDEY (1966) in LAKRA et al (1984) rapportent que la mineuse reprend son activité au printemps. La disponibilité d'une abondante et fraîche végétation associée à des conditions climatiques favorables (17,2 °C à 35.4 °C de température et 31% à 72% d'humidité relative) engendrent une multiplication rapide et intense de l'insecte.

Une baisse de températures engendre une mortalité au sein des différents stades de *Phyllocnistis citrella*. En effet une température inférieure à 15 °C entraîne la mortalité du premier et du deuxième stade larvaire. La mortalité du troisième et du quatrième stade larvaire est enregistrée à des températures inférieures à 10 °C (MINGXUE et GARRIDO, 1999).

AYOUB (1960) rapporte que 63% des chrysalides meurent quand la température atteint 46 °C.

II-6 Plantes hôtes

D'après BALACHOWSKY (1966), *Phyllocnistis citrella* vit principalement aux dépens des *Rutaceae*. Elle peut se développer sur des espèces de la famille des *Oléaceae*, *Loranthaceae*, *Lauracea* et *Leguminosea* (LATIF et YUNES, 1951).

II-7 Dégâts et importance économique

II-7-1 Sur feuilles

Les larves attaquent les jeunes feuilles qui se tordent et se recroquevillent (SABINE, 1971) (Fig n °5).

Au terme de son développement, la larve ronge de 4 à 10% de la surface foliaire (BOUGHADAD et al, 1999). Les feuilles ainsi endommagées privent l'arbre de l'assimilation chlorophyllienne.

BAUTISTA- MARTINEZ et al (1998) rapportent que dans les jeunes plantations et en absence de tout moyen de lutte, la mineuse entraîne une défoliation totale de l'arbre.

RODRIGUES et al (1998) notent que des populations élevées de l'acarien *Brevipalpus phoenicia* ont été observées sur les feuilles endommagées par *Phyllocnistis citrella*

II-7- 2 Sur tige

La nymphose sur les tiges est difficile pour la mineuse, la plupart des individus ne survivent pas jusqu'au stade adulte. L'alimentation apicale peut empêcher l'extension de la pousse. Les dégâts sur brindilles sont rencontrés lorsque la densité de la population est élevée (KNAPP et al, 1995).

GOTTWALD et al (1997) signalent que la mineuse par son comportement alimentaire facilite le développement du chancre bactérien des *Citrus* dont l'agent causal est (*Xanthomonas axonopodis*, pv *citri*).

II-7-3 Sur fruits

Des mines de *Phyllocnistis citrella* ont été observées sur des fruits immatures. Elles se présentent sur l'épiderme de fruits ou dans le calice. Ces infestations ont été observées quand l'apparition de nouvelles pousses ne coïncide pas avec l'émergence des adultes de la mineuse (KNAPP et al, 1995).

ARGOV et RÖSSLER (1996) notent jusqu'à 30% de fruits de pomelo minés chez lesquels les larves ne complètent pas leur développement.



Sur feuille GR x 1,6



Sur rameau GR x 1,6

Fig n° 5 : Dégâts de *P. citrella*

Original

II-8 La lutte contre *Phyllocnistis citrella*

II-8-1 Lutte culturale

Cette lutte consiste à réduire par des mesures préventives les risques d'infestation.

Selon BERKANI et al (1996) cette méthode consiste à favoriser et consolider l'émergence précoce de la première poussée de sève.

En Chine, on procède à la suppression manuelle des gourmands et des poussées secondaires constituant en général une source de contamination (KNAPP et al, 1995).

L'utilisation d'un matériel sain et la réglementation de la circulation des plantes entre les régions sont recommandées (GARRIDO, 1995).

II-8- 2 Lutte chimique

Malgré les tentatives de lutte culturale et l'utilisation des ennemis naturels autochtones et exotiques, les insecticides restent largement utilisés contre les ravageurs des agrumes notamment la mineuse des feuilles de *Citrus*.

D'après KNAPP et al (1995), une lutte chimique efficace contre la mineuse des feuilles de *Citrus* est difficile à réaliser car les larves sont protégées par l'épiderme de la feuille et la chrysalide par la feuille enroulée.

Les traitements chimiques doivent protéger les jeunes pousses pendant la période à haut risque. Il faut toutefois être prudent dans l'utilisation des insecticides. En effet l'emploi exagéré et désorganisé de ces derniers est préjudiciable à l'environnement et peut engendrer le phénomène de résistance.

Le tableau n°5 montre les différents insecticides utilisés dans la lutte contre la mineuse des feuilles de *Citrus* dans divers pays méditerranéens notamment en Algérie.

Tableau n°5 : Produits chimiques utilisés en Algérie.

Spécialité commerciale	Matière active et concentration	Dose	Efficacité
Cascade	Flufenoxuron 100 g/l	0.0625 l/hl	63.7 %
CONSULT 100 EC	Hexaflumeron 100 g/l	60 ml/hl	73.7 %
Systoate	Dimethoate 400 g/l	375 ml/hl	12.07 %
Vertimec	<u>Abamectin 1.9 g/l</u>	25 ml/hl	69.66 %

(ABDA et al, 1996)

II-8-3 Lutte biologique

La lutte biologique contre les insectes déprédateurs des cultures représente une alternative séduisante à la lutte chimique sur les plans économiques et environnementaux (VANLANTEREN, 1997 in MALAUSA, 1999).

Elle est basée essentiellement sur l'utilisation des ennemis naturels de *Phyllocnistis citrella* (parasites et prédateurs) qui jouent un rôle important dans la régulation de sa population.

II-8-3-1 Les parasites

Les parasites de la mineuse (endoparasites et ectoparasites) appartiennent le plus souvent à l'ordre des Hyménoptères. SHAUFF et al in URBANEJA et al (2000) rapportent que dans le bassin méditerranéen le cortège de parasites associé à la mineuse regroupe environ 30 espèces.

En Algérie, une introduction de quatre ennemis naturels de la mineuse des feuilles de *Citrus* (*Ageniaspis citricolla*, *Semiela cher petiolatus*, *Sympiesis sp* et *Cirrospilus quadristriatus*), à partir d'Australie et du Maroc a été réalisée par l'institut national de la protection des végétaux (DRIDI et KHEDAM, 1996).

Dans le tableau n° 6 est dressée la liste des parasites de la mineuse des feuilles de *Citrus*.

Tableau n° 6 : Les parasites de *P citrella*

Famille	Espèce	Pays	Auteur
<i>Braconidae</i>	<i>Bracon sp</i> <i>Microbracon</i> <i>phyllocnistidis</i>	Philippines Indonésie	BAROGA (1968) MUESEBECK (1933)
<i>Elasmidae</i>	<i>Elasmus sp</i> <i>Elasmus zehntneri</i>	Japon Indonésie	UJIYE (1988) FERRIERE (1929)
<i>Encyrtidae</i>	<i>Ageniaspis sp</i> <i>Ageniaspis citricola</i>	Indonésie Arabie saoudite Taiwan Vietnam	VOUTE (1934,1935) AYOUB (1960) LO & CHIU (1988) LOGVINOVSKAJA (1983)
<i>Eulophidae</i>	<i>Ascotolinx funeralis</i>	Australie	BOUCEK (1988)
	<i>Chrysocharis sp</i>	Japon	UJIYE (1988).
	<i>Chrysonotomyia sp</i>	Japon	UJIYE (1988).
	<i>Citrosticus</i> <i>phyllocnistoides</i>	Inde	RAO, RAMMAMANI(1966) BOUCEK (1988)
	<i>Cirrospilus sp</i>	Japon	UJIYE (1988)
	<i>Cirrospilus ingennus</i>	Taiwan	LO & CHIU (1988)
	<i>Cirrospilus</i> <i>phyllocnistis</i>	Japon Taiwan	ISHII (1953) et JIYE, ((1988) WU & TAO (1977)
	<i>Cirrospilus</i> <i>quadristriatus</i>	Inde	RAO & RAMMAMANI (1966)
	<i>Closterocerus</i> <i>trifasciatus</i>	Japon	UJIYE (1988)
	<i>Holcopelte sp</i> <i>Kratosysma sp</i>	Japon Thaïlande	UJIYE (1988) UJIYE & MARAKOTE 1992
<i>Kratosysma citri</i>	Nouvelle guinée	BOUCEK (1988)	
<i>Pleurotroppopsis sp</i>	Japon	UJIYE (1988)	
<i>Pnigalio sp</i>	Japon	UJIYE (1988)	
<i>Semielacher sp</i>	Nouvelle guinée	BOUCEK (1988)	

	<i>Semielacher petiolatus</i>	Australie	SMITH & BOUCEK (1988)
	<i>Steomesius japonicus</i>	Taiwan	WU & TAO(1977)
	<i>Sympiesis sp</i>	Taiwan	WU & TAO(1977)
<i>Eulophidae</i>	<i>Sympiesis striatipes</i>	Japon	UJIYE (1988)
	<i>Teleopterus sp</i>	Thaïlande	UJIYE & MARKOTE (1992)
	<i>Tetrasticus sp</i>	Taiwan	LO et CHIU (1988)
	<i>Zaommomentedo brevipetiolatus</i>	Japon <u>Thaïlande</u>	UJIYE (1988) UJIYE et MARKOTE (1992)
<i>Eurytomidae</i>	<i>Eurytoma sp</i>	Srilanka	HUTSON et UPINTO (1934)
<i>Pteromalidae</i>	<i>Asaphoideus niger</i>	Australie	BOUCEK (1988)

(HEPPNER, 1993 b).

En Algérie, trois parasitoïdes ont été recensés il s'agit de : *Cirrospilus pictus* Nees, *Cirrospilus vittatus* Walker et *Pnigalio mediterraneus* (SAHRAOUI et al, 2001).

II-8-3-2 Les prédateurs

Plusieurs prédateurs contribuent avec les parasites à la réduction des niveaux de population de *Phyllocnistis citrella*. ZHANG et al (1994) notent qu'*Ancylopteryx octopunctata* et *Chrysopa boninensis* jouent un rôle important dans la régulation des populations de la mineuse. La première espèce dévore les oeufs, les larves et les chrysalides. La seconde espèce en plus des trois stades cités, elle se nourrit également du stade adulte du ravageur.

En Algérie, DOUMANDJI-MITICHE et al (1999 c) ont signalés la présence de *Chrysoperla carnae* STEPH et un grand nombre de larves de Cecidomyies autour des populations larvaires de mineuse.

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

CHAPITRE III

Etude de la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton.

La dynamique des populations des ravageurs est régie par différents facteurs notamment le climat, la présence d'ennemis naturels et les techniques culturales pratiquées. Elle nous renseigne sur la période d'activité des insectes et les facteurs qui en sont responsables comme elle nous permet également de déterminer la période d'intervention pour la lutte.

III-1 Protocole expérimental

III-1-1 Présentation des vergers d'étude

Notre étude a été réalisée dans la ferme privée El Nakhla située au sud-est à 2 Km du chef lieu de Relizane.

Cette ferme est limitée au nord par la route nationale n° 4, à l'est par une construction illicite, au sud par le canal d'irrigation et à l'ouest par une ferme privée (Fig. n°6)

La ferme El Nakhla s'étend sur une superficie de 104 ha répartie entre les agrumes qui occupent une superficie de l'ordre de 35 ha, l'olivier, le pêcher, le pommier, la viticulture et autres.

Notre travail expérimental a été conduit dans deux vergers d'agrumes, l'un planté de *Citrus sinensis* (oranger) et l'autre de *Citrus limon* (citronnier) (Fig n°6).

III-1-1-1 La parcelle de l'oranger

Elle s'étend sur une superficie de 2 ha occupée par la variété Thomson Navel. Cette parcelle est âgée de 31 ans. Elle est limitée au nord par un verger de mandarinier, au sud par un verger de Thomson Navel, à l'est par une construction illicite et à l'ouest par un autre verger de Thomson Navel.

III-1-1-2 La parcelle du citronnier

Il s'agit d'un verger planté en 1945 avec la variété « Eureka ». Il s'étend sur une superficie de 2 ha. Il est limité au nord par un verger de mandarinier, au sud par une terre nue, à l'est par un verger de Thomson Navel et à l'ouest par une ferme privée.

Les deux parcelles sont entourées par des arbres de cyprès utilisés comme brise - vents.

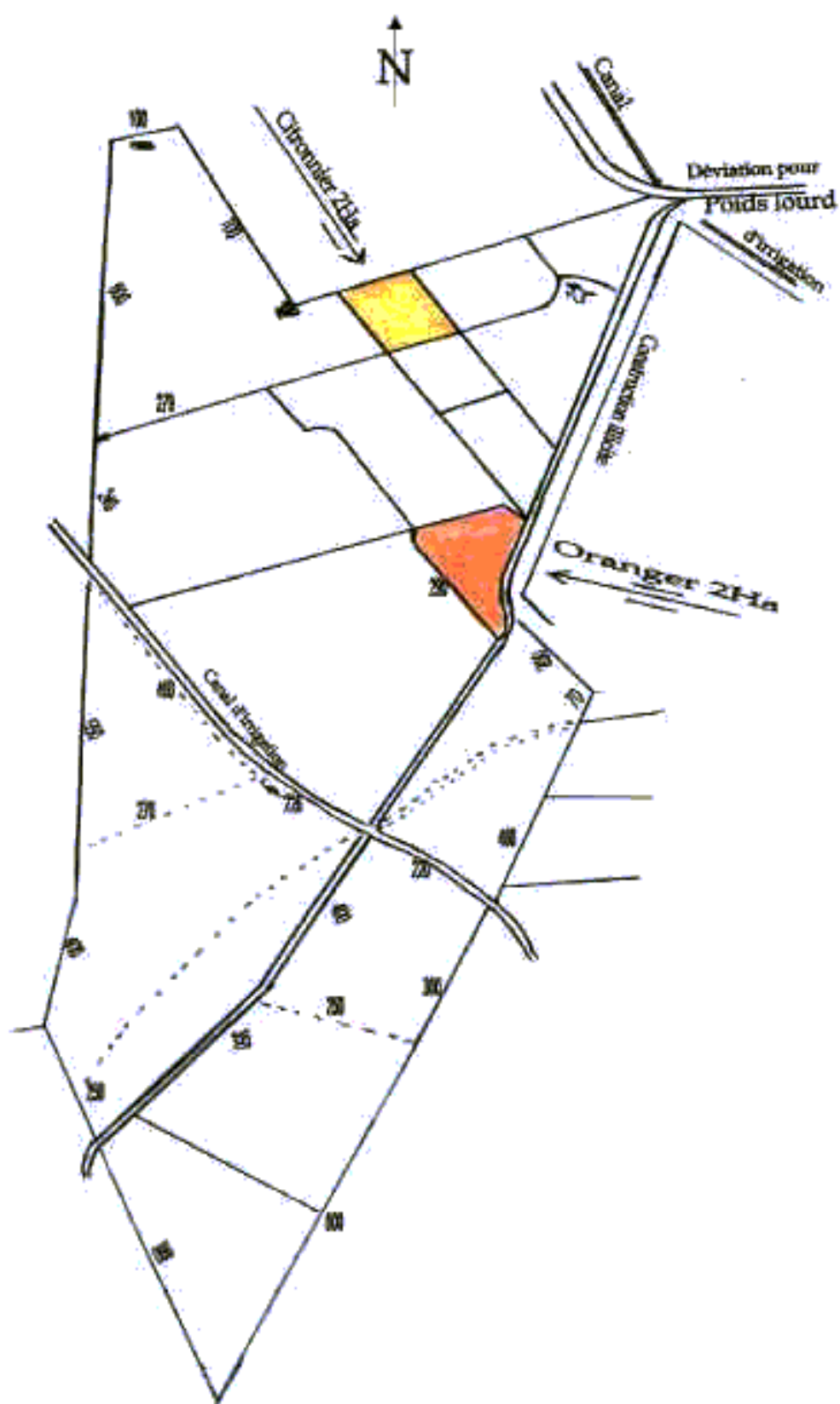


Fig n° 6 : Localisation des vergers d' étude

III-1-2 Technique d'échantillonnage

Notre expérimentation s'est étalée sur une année. Elle a démarré le 4 juillet 2000 pour s'achever le 9 juillet 2001.

Les échantillonnages sont effectués par décade en adoptant la méthode du dénombrement périodique aléatoire des populations.

Chaque parcelle est divisée en 9 blocs de 25 arbres chacun (Fig n°7).

Lors de chaque échantillonnage, nous prenons au hasard un arbre sur lequel nous prélevons à hauteur d'homme et de chaque direction cardinale ainsi que le centre un rameau de 8 à 12 feuilles comportant des jeunes, moyennes et feuilles âgées.

Ces rameaux sont placés dans des sachets en papier sur lesquels sont mentionnés toutes les références du prélèvement (date, direction et variété).

Au laboratoire, les feuilles sont examinées soigneusement sous loupe binoculaire. Les résultats du dénombrement des individus vivants, morts, et parasités des différents stades de *Phyllocnistis citrella* retrouvés sur les deux faces foliaires sont reportés sur des fiches de prélèvement.

Afin d'inventorier les différentes espèces de parasites, nous avons récupéré lors de chaque échantillonnage les nymphes de parasites et les émergences des adultes ont eu lieu dans des boîtes de Pétri en plastique de 10 cm de diamètre.

Au cours de notre expérimentation, nous avons remarqué la présence de pucerons, de cochenilles et d'acariens.

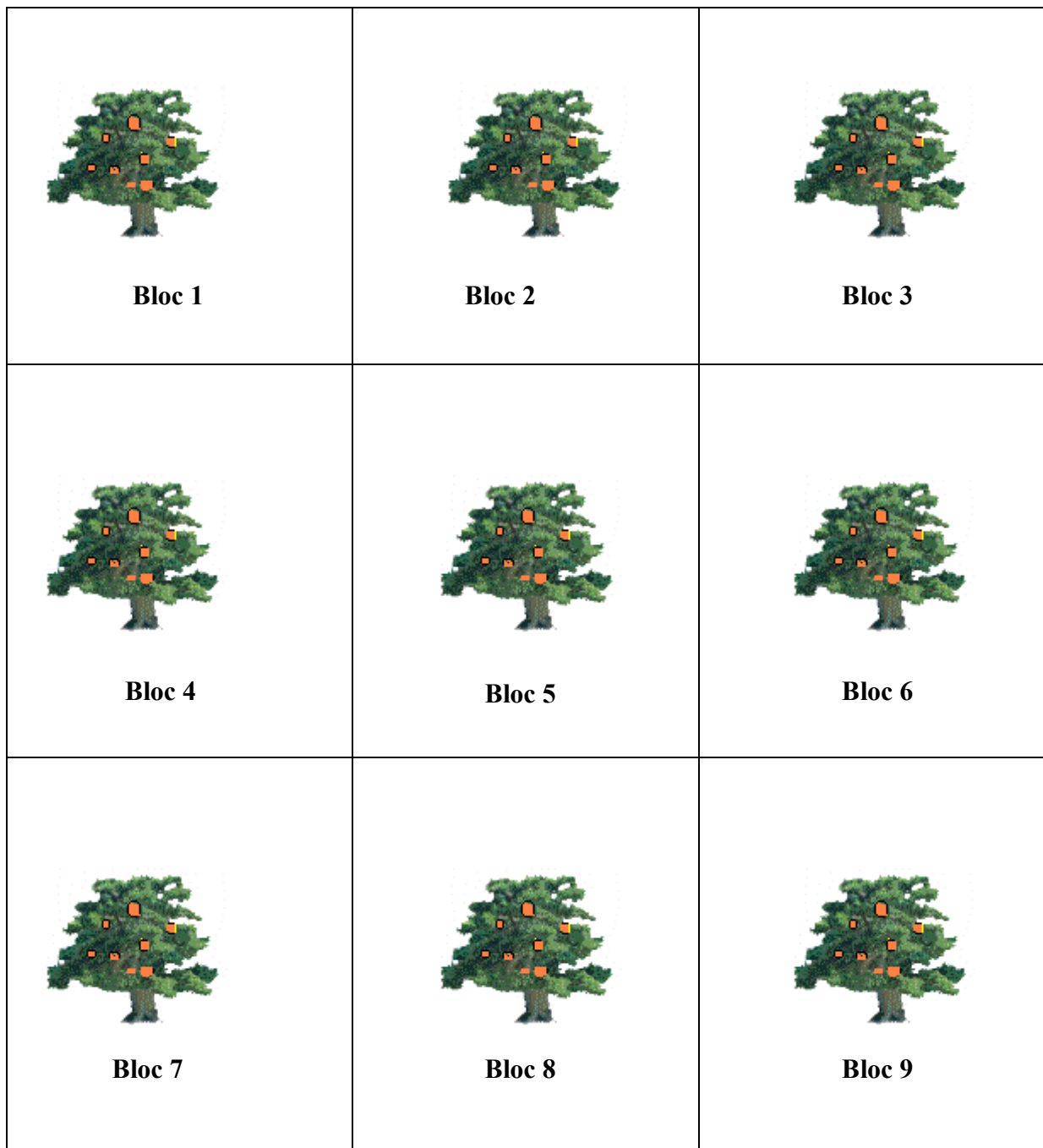


Fig n°7 : Dispositif expérimental

III-2 Exploitation des résultats

- % de mortalité :

Avant d'exposer nos résultats, il est nécessaire de montrer certaines formules qui ont servi au calcul du pourcentage de mortalité.

* Le pourcentage de mortalité par orientation est exprimé par le rapport entre le nombre d'individus morts par orientation et le nombre total des individus morts.

$$\% = \frac{\text{Nombre d'individus morts par orientation}}{\text{Nombre total des individus morts}} \times 100$$

* Le pourcentage de mortalité par face foliaire est exprimé par le rapport entre le nombre d'individus morts par face foliaire et le nombre total des individus morts.

$$\% = \frac{\text{Nombre d'individus morts par face foliaire}}{\text{Nombre total des individus morts}} \times 100$$

* Le pourcentage de mortalité par date d'échantillonnage est exprimé par le rapport entre le nombre d'individus morts à chaque date et le nombre total des individus (Vivants, morts et parasités) de *P. citrella* à la même date.

$$\% = \frac{M}{VMP} \times 100$$

- Etude statistique

Les résultats de l'analyse de la variance sont obtenus par transformation des données obtenus suite du dénombrement des différents stades de *P. citrella* en valeur statistique par le logiciel STATISTICA.

III-3 Etude de la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella*

III-3-1 Sur l'oranger

III-3-1-1 Dynamique des populations globales

a. Résultats

Les résultats reportés au tableau n°7 et représentés par la figure n° 8 traduisent l'évolution de la mineuse dans le biotope étudié durant la période expérimentale.

Tableau n° 7 : Dynamique globale des populations de *P. citrella* sur oranger.

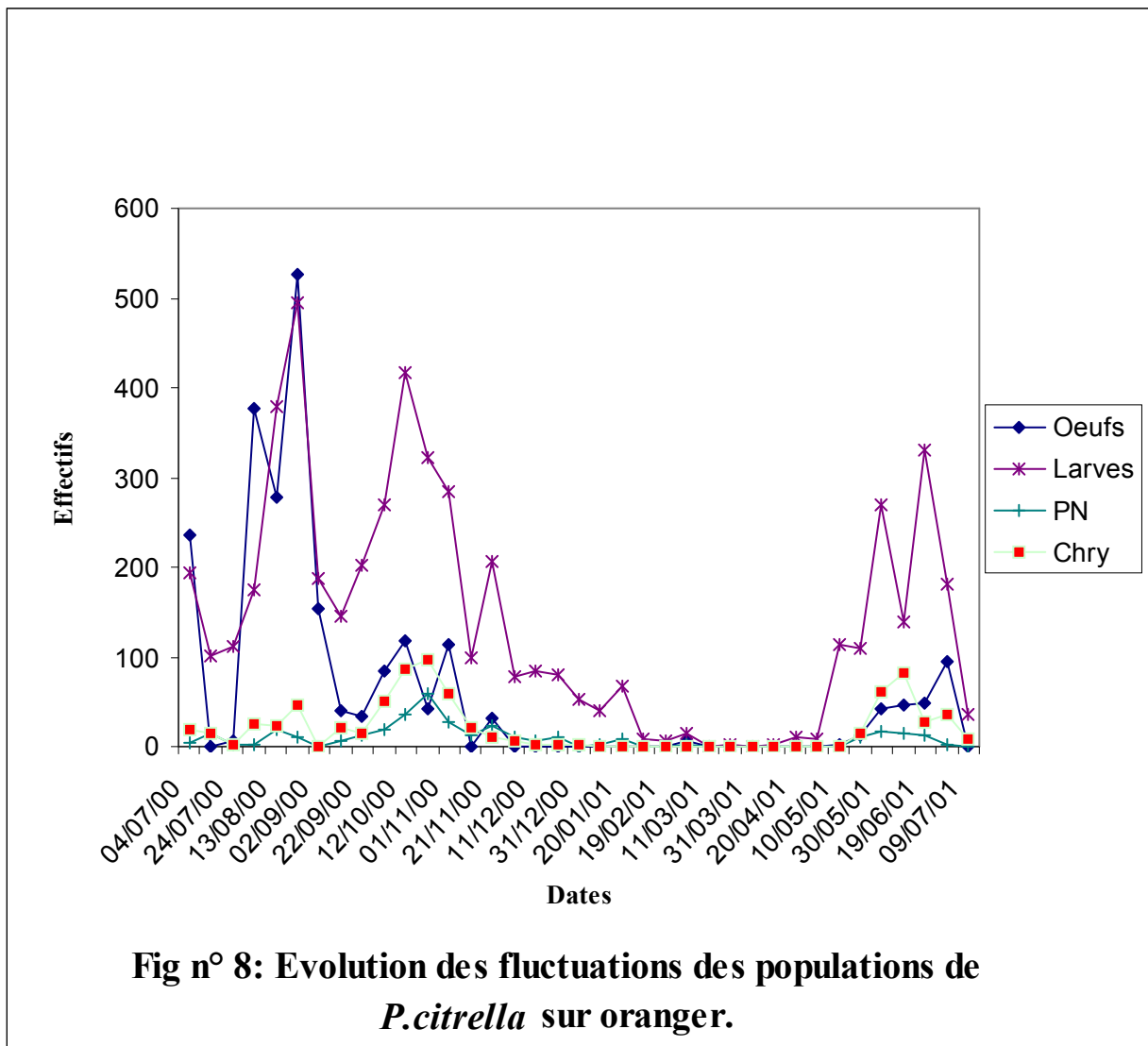
Stades Dates	Oeufs		Larves		PN		CHRY	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
04/07/2000	236	10,28	194	3,71	5	1,43	19	2,57
14/07/2000	0	0,00	102	1,95	15	4,30	14	1,90
24/07/2000	7	0,31	112	2,14	3	0,86	3	0,41
03/08/2000	377	16,43	175	3,35	3	0,86	26	3,52
13/08/2000	278	12,11	378	7,23	18	5,16	23	3,12
23/08/2000	527	22,96	494	9,45	10	2,87	46	6,23
02/09/2000	154	6,71	187	3,58	0	0,00	1	0,14
12/09/2000	39	1,70	146	2,79	7	2,01	22	2,98
22/09/2000	33	1,44	203	3,88	12	3,44	14	1,90
02/10/2000	84	3,66	269	5,15	18	5,16	50	6,78
12/10/2000	118	5,14	417	7,98	35	10,03	87	11,79
22/10/2000	42	1,83	322	6,16	59	16,91	97	13,14
01/11/2000	114	4,97	285	5,45	28	8,02	58	7,86
11/11/2000	0	0,00	99	1,89	13	3,72	22	2,98
21/11/2000	31	1,35	206	3,94	24	6,88	11	1,49
01/12/2000	0	0,00	78	1,49	10	2,87	6	0,81
11/12/2000	0	0,00	84	1,61	6	1,72	3	0,41
21/12/2000	0	0,00	80	1,53	10	2,87	2	0,27
31/12/2000	0	0,00	53	1,01	0	0,00	2	0,27
10/01/2001	0	0,00	40	0,77	2	0,57	0	0,00
20/01/2001	0	0,00	67	1,28	8	2,29	1	0,14
09/02/2001	1	0,04	9	0,17	1	0,29	0	0,00
19/02/2001	0	0,00	6	0,11	1	0,29	0	0,00
01/03/2001	7	0,31	15	0,29	2	0,57	0	0,00
11/03/2001	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00
21/03/2001	0	0,00	3	0,06	0	0,00	0	0,00
31/03/2001	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10/04/2001	1	0,04	3	0,06	0	0,00	0	0,00
20/04/2001	0	0,00	10	0,19	1	0,29	0	0,00
30/04/2001	0	0,00	9	0,17	0	0,00	0	0,00
10/05/2001	3	0,13	113	2,16	1	0,29	1	0,14
20/05/2001	12	0,52	110	2,10	10	2,87	15	2,03
30/05/2001	42	1,83	269	5,15	16	4,58	61	8,27
09/06/2001	46	2,00	140	2,68	15	4,30	83	11,25
19/06/2001	49	2,14	331	6,33	12	3,44	27	3,66
29/06/2001	94	4,10	182	3,48	3	0,86	36	4,88
09/07/2001	0	0	36	0,69	0	0	8	1,08
Total	2295	100	5227	100	349	100	738	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.



b. Discussion

Notre échantillonnage a débuté le 4/7/2000. Il a coïncidé avec la période de forte pullulation de l'insecte. En effet nous avons dénombré 236 œufs, 194 larves, 5 prénymphe et 19 chrysalides (Fig n° 8).

Les infestations ont brutalement chuté à la deuxième décennie du mois de juillet où nous avons échantillonné que 102 larves et 14 chrysalides (tableau n°7). Ceci est attribué aux fortes chaleurs (la température maximale a atteint 45,4°C) qui ont gêné le développement de l'insecte.

Le tableau n°7 montre une forte pullulation de la mineuse enregistrée à partir de la première décennie du mois d'août jusqu'à la première décennie du mois de novembre. Ainsi à la date du 23/8/2000 nous avons noté un maximum de

ponte avec 527 œufs soit 22,96 % et un maximum de larves avec 494 individus soit 9,45 %.

Ce développement coïncide avec les poussées estivales et automnales. En effet la végétation tendre favorise la multiplication de l'insecte. Nos résultats concordent donc avec ceux de ABABSSIA et al, (1996) et DOUMANDJI- MITICHE et al, (1999 b) qui rapportent que la mineuse est active en été et en automne.

A partir de la deuxième décennie du mois de novembre, nous assistons à une régression de la population qui s'étale jusqu'au mois d'avril. Ainsi à la date du 30/4/2001, les effectifs enregistrés étaient de 0, 9, 0 et 0 respectivement pour le stade œuf, larvaire, prénymphe et nymphe (Fig n°8).

Cette diminution d'activité correspond à la période hivernale où les conditions climatiques sont défavorables (température minimale variant entre -2°C et $3,7^{\circ}\text{C}$) et à l'absence de jeunes pousses.

L'activité de l'insecte reprend vers la première décennie du mois de mai. Les populations larvaires vont évoluer en nymphes qui atteignent un effectif de 15 individus à la date du 20/5/ 2001.

Les adultes issus de ces nymphes vont reconstituer la population qui atteint à la date du 30/5/2001 des effectifs de 42 œufs, 269 larves, 16 prénymphe et 61 chrysalides.

Cette deuxième vague de forte pullulation a coïncidé avec l'installation de la poussée estivale. En effet le maximum de ponte noté le 29/6/2001 avec 94 œufs soit 4,1% est en relation avec la disponibilité de la nourriture et l'amélioration des conditions climatiques. A cet effet BOUGHADAD et al (1999) rapportent que l'élévation saisonnière des températures intensifie l'activité d'oviposition chez *P.citrella*.

L'évolution de l'insecte a été gênée par les fortes chaleurs enregistrées au mois de juillet 2001.

c. Conclusion

Nos résultats montrent que la mineuse est présente pendant toute l'année tous stades confondus. Le ravageur est actif pendant deux périodes de l'année à savoir la période estivo- automnale et printano- estivale.

III-3-1-2 Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations

a. Résultats

Les résultats sont représentés au tableau n°8 et illustrés par la figure n° 9 correspondant au pourcentage des fluctuations des différents stades de *P. citrella* suivant les orientations.

Tableau n° 8 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Stades	Oeufs		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Nord	401	17,47	142	10,69	233	13,34	357	16,59	71	20,34	132	17,89	1336	15,52
Sud	330	14,38	177	13,33	328	18,78	370	17,19	73	20,92	131	17,75	1409	16,37
Est	246	10,72	248	18,67	266	15,23	356	16,54	62	17,77	125	16,94	1303	15,14
Ouest	308	13,42	147	11,07	267	15,28	346	16,08	63	18,05	121	16,40	1252	14,54
Centre	1010	44,01	614	46,23	653	37,38	723	33,60	80	22,92	229	31,03	3309	38,44
Total	2295	100	1328	100	1747	100	2152	100	349	100	738	100	8609	100

Légende :

NB: Individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

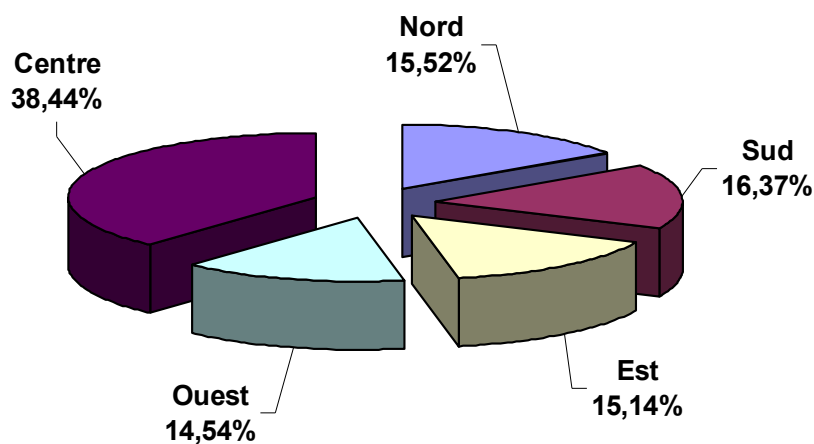


Fig n°9 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

b. Analyse de la variance

Afin de voir l'effet de l'exposition des rameaux sur la distribution de l'insecte sur l'arbre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont reportés au tableau n° 9.

Tableau n° 9 Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Effet	dl Effet	MC Effet	DI Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	4*	3520.536*	1106*	280.3787*	12.55636*	.000000*

Légende :

1 : facteur orientation avec 5 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau ci dessus montre des résultats très hautement significatifs pour le facteur orientation avec $p = 0,0000$ (probabilité inférieure au seuil de 5% qui est le seuil d'erreur retenu). La distribution de la mineuse sur l'arbre est donc influencée par l'orientation.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n° 10 : Résultats du test de Newman-Keuls pour la dynamique des populations de *P.citrella* suivant les orientations sur oranger.

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
Orientations	6.018018	6.346847	5.869370	5.639640	14.83856
N {1}		.836032	.925457	.969223	.000022*
S {2}	.836032		.951424	.970570	.000009*
E {3}	.925457	.951424		.885030	.000008*
O {4}	.969223	.970570	.885030		.000017*
C {5}	.000022*	.000009*	.000008*	.000017*	

Légende :

N et 1: nord

S et 2 : sud

E et 3 : est

O et 4: ouest

C et 5: centre

Les résultats du tableau n° 10 font ressortir 2 groupes homogènes :

- Le premier groupe englobant l'orientation nord, sud, est et ouest avec des moyennes en nombre d'individus variant entre 5.63964 et 6.34685 (tableau n° 11).

- Le deuxième groupe homogène renfermant le centre avec une moyenne en nombre d'individus de 14,83856 (tableau n°11).

Tableau n° 11 : les moyennes

Orientations	Nombre
N	6.01802
S	6.34685
E	5.86937
O	5.63964
C	14.83856

c. Discussion

L'analyse des résultats a montré que la mineuse manifeste une préférence marquée pour le centre où nous avons noté 38,44% d'individus alors que les différences étaient insignifiantes pour les orientations nord, sud, est et ouest où nous avons noté respectivement 15,52 %, 16,37%, 15,14%, 14,54% d'individus (Fig. n 9°).

En période estivale, dans la région de Relizane, la température maximale a atteint 48.7°C en juillet 2001 et 45,4°C en juillet 2000, la mineuse fuie alors les expositions chaudes et se dirige vers le centre de l'arbre qui lui offre un microclimat plus doux.

Les résultats des fluctuations des populations de *P. citrella* suivant les orientations peuvent varier d'une zone d'étude à une autre. Ils sont principalement liés au climat. Ainsi les travaux menés à Sfisef (Ouest du pays) ont montré que la mineuse se développe intensivement à l'orientation nord (BENKHEKHA, 1996).

d. Conclusion

Selon nos résultats, les attaques de *P. citrella* sont importantes au centre de l'arbre.

III-3-1-3 Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire

a. Résultats

Les observations effectuées sur les deux faces foliaires ont donné les résultats rapportés par le tableau n° 12 et illustrés par les figures n°10 et 11.

Tableau n°12 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Stades	Oeufs		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Face inférieure	1062	46,3	682	51,36	1086	62,16	1479	68,73	234	67,05	561	76	5104	59,29
Face supérieure	1233	53,7	646	48,64	661	37,84	673	31,27	115	32,95	177	24	3505	40,71
Total	2295	100	1328	100	1747	100	2152	100	349	100	738	100	8609	100

Légende :

NB: Individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

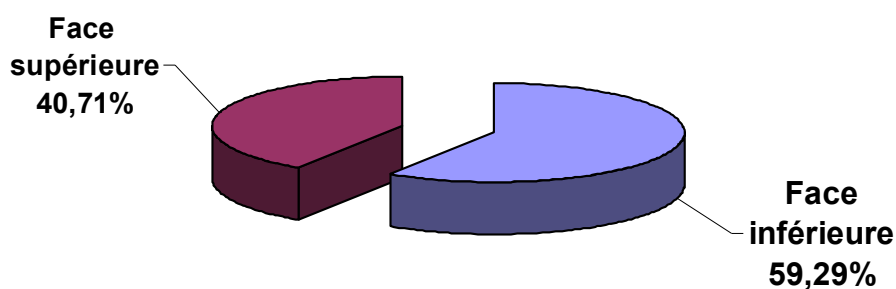


Fig n° 10: Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

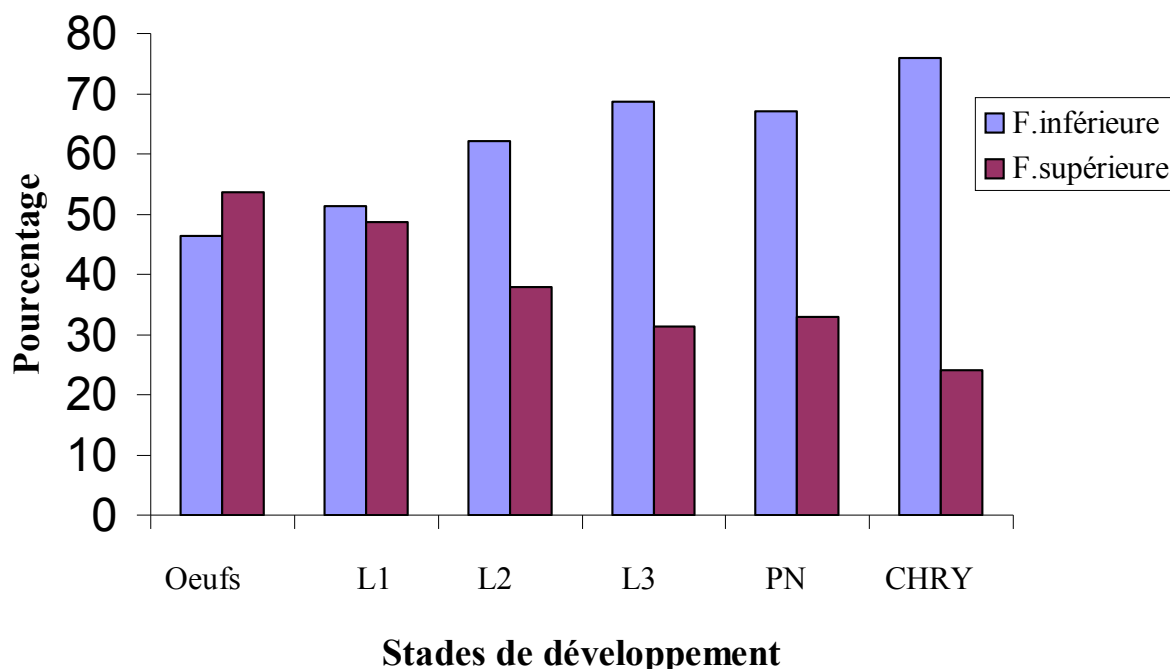


Fig n° 11 : Fluctuations des différents stades de développement de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

b. Analyse de la variance

Les résultats reportés dans le tableau ci dessous nous permettent d'avoir une idée sur la distribution de la population de la mineuse entre les deux faces foliaires.

Tableau n° 13 : Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	1*	5758.561*	442*	1106.957*	5.202154*	.023034*

Légende :

1 : facteur face foliaire avec 2 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Les résultats obtenus permettent d'observer un effet de la face foliaire sur la répartition des individus de *P. citrella*. Les résultats sont significatifs avec une probabilité de 0,02304.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n°14 : Résultats du test de Newman-Keuls pour la dynamique des populations de *P.citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

	{1}	{2}
FACE	22.99099	15.78829
FI {1}		.022566 *
FS {2}	.022566 *	

Légende :

FI et 1 : face inférieure

FS et 2 : face supérieure.

Les résultats du tableau n°14 nous révèlent l'effet de la face foliaire sur la répartition des individus de *P. citrella* avec une moyenne de 22.99099 pour la face inférieure et de 15.78829 pour la face supérieure (tableau n° 15).

Tableau n°15 : Les moyennes

Face	Nombre
FI	22.99099
FS	15.78829

c. Discussion

Après analyse des résultats, nous remarquons que la mineuse se développe d'avantage sur la face inférieure que supérieure avec respectivement 59,29 % et 40,71 % d'individus (Fig. n°10). A cet effet DEYSSON in SAHRAOUI et al (2001) rapportent que la face inférieure possède des poils épidermiques plus nombreux, permettant une meilleure fixation de l'insecte.

D'après la figure n°11 montrant la répartition des différents stades biologiques entre les deux faces foliaires, nous remarquons que les femelles de *P. citrella* ont tendance à déposer leurs œufs sur la face supérieure où nous retrouvons 53,7 % d'œufs. Le même phénomène a été observé en Espagne où les variétés Navels portaient 54,81% d'œufs à la face supérieure et 45,18 % d'œufs à la face inférieure (GARRIDO, 1995).

La prédominance des stades larvaires, prénymphes et chrysalides sur la face inférieure peut s'expliquer par le fait que cette face offre à l'insecte une meilleure protection contre les conditions climatiques défavorables notamment

la forte Chaleur estivale et l'enseillement qui selon PATEL et al (1994) peut avoir un effet négatif sur le développement des stades larvaires lorsqu'il dépasse 6 H.

d. Conclusion

P. citrella se développe d'avantage sur la face inférieure. Elle préfère déposer ses œufs sur la face supérieure alors que les larves, les prénymphe et les chrysalides se développent sur la face inférieure.

III-3-1-4 Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons

a. Résultats

Les résultats des fluctuations de *P. citrella* suivant les saisons sont présentés par le tableau n°16 et illustrés par la figure n°12

Tableau n° 16 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

Stades	Oeufs		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Été 2000	1651	71,94	798	60,09	512	29,31	681	31,64	73	20,92	168	22,76	3883	45,10
Automne 2000	389	16,95	375	28,24	588	33,66	877	40,75	203	58,17	336	45,53	2768	32,15
Hiver 2001	8	0,35	1	0,08	37	2,12	155	7,20	15	4,30	3	0,41	219	2,54
Printemps 2001	104	4,53	58	4,37	357	20,44	239	11,11	43	12,32	160	21,68	961	11,16
Début de l'été 2001	143	6,23	96	7,23	253	14,48	200	9,29	15	4,30	71	9,62	778	9,04
Total	2295	100	1328	100	1747	100	2152	100	349	100	738	100	8609	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY: Chrysalide.

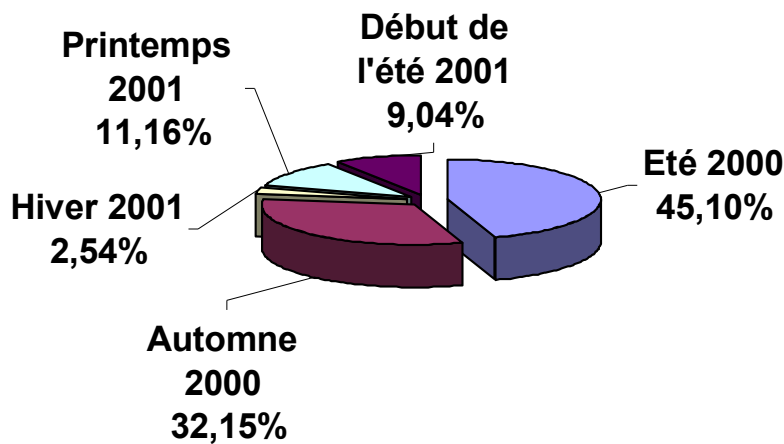


Fig n°12 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

b. Discussion

D'après le tableau n°16 nous remarquons que la mineuse est très active pendant l'été 2000 et l'automne 2000 où nous enregistrons respectivement 45,10 % et 32,15 % d'individus. Cette intense activité est surtout liée à l'abondance de jeunes pousses issues de la troisième et quatrième poussée de sève.

Le déclin de la population de la mineuse observé en hiver (2,5 % d'individus) peut s'expliquer par la rareté de jeunes pousses d'une part et par les conditions climatiques défavorables notamment la température d'autre part. En effet la température minimale en variant de décembre à mars entre -2°C et $3,4^{\circ}\text{C}$ reste toujours faible par rapport à celle permettant le développement des populations du déprédateur (18°C) (PATEL et al, 1994).

Au printemps, les conditions climatiques favorables et les deux irrigations apportées au mois d'avril et mai ont permis à l'insecte de reprendre son activité. Cette reprise d'activité a été également signalée par (KHANNA et PANDEY, 1966 in LAKRA et al, 1984).

c. Conclusion

Les résultats obtenus permettent de conclure que les attaques de la mineuse sont importantes en été 2000 et en automne. Ces dernières sont faibles au printemps et négligeables en hiver.

III-3-1-5 Sex-ratio

a. Résultats

Lors de chaque échantillonnage, nous avons dénombré les chrysalides mâles et femelles afin de calculer le sex-ratio de *P.citrella*. Ce dernier s'obtient par le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n° 17.

Tableau n°17 : Sex-ratio des populations de *P. citrella* sur oranger.

Dates	Effectifs	nombre d'individus par sexe		Sex-ratio
		Mâles	Femelles	
4/7/2000	16	6	10	0,6
14/7/2000	13	0	13	0
24/7/2000	2	2	0	-
3/8/2000	26	2	24	0,08
13/8/2000	23	1	22	0,05
23/8/2000	42	6	36	0,17
2/9/2000	1	0	1	0
12/9/2000	22	1	21	0,05
22/9/2000	11	1	10	0,1
2/10/2000	48	1	47	0,02
12/10/2000	79	9	70	0,13
22/10/2000	83	3	80	0,04
1/11/2000	43	7	36	0,19
11/11/2000	11	3	8	0,38
21/11/2000	6	2	4	0,5
1/12/2000	4	2	2	1
11/12/2000	0	0	0	-
21/12/2000	1	1	0	-
31/12/2000	0	0	0	-
10/01/2001	0	0	0	-
20/01/2001	1	1	0	-
09/02/2001	0	0	0	-
19/02/2001	0	0	0	-
01/03/2001	0	0	0	-
11/03/2001	0	0	0	-
21/03/2001	0	0	0	-
31/03/2001	0	0	0	-
10/04/2001	0	0	0	-
20/04/2001	0	0	0	-
30/04/2001	0	0	0	-
10/05/2001	01	0	1	0
20/05/2001	15	0	15	0
30/05/2001	58	0	58	0
09/06/2001	79	7	72	0,10
19/06/2001	23	01	22	0,05
29/06/2001	32	06	26	0,23
09/07/2001	5	0	5	0,00
Total	645	62	583	0,11

b. Discussion

Un autre facteur important de l'évolution des populations de *P. citrella* est le rapport des sexes ou sex- ratio. Au cours de notre expérimentation ce dernier avoisine 0,11. Il y'a une prédominance de femelles.

BOUGHADAD et al (1999) ont montré que le sex-ratio de *P. citrella* avoisine 0,21 (337 males/1611 femelles).

c. Conclusion

A la lumière de nos résultats, nous pouvons conclure qu'il y'a une distorsion dans le sexe de *P. citrella*. Le nombre de femelles est largement important par rapport à celui des mâles. En effet nous avons dénombré au total 583 femelles contre 62 mâles.

III-3-2 Sur le citronnier

III-3-2-1 Dynamique des populations globales

a. Résultats

Les résultats de la dynamique des populations globales de *P.citrella* sur citronnier sont reportés au tableau n°18 et illustrés par la figure n°13.

Tableau n° 18 : Dynamique globale des populations de *P. citrella* sur citronnier.

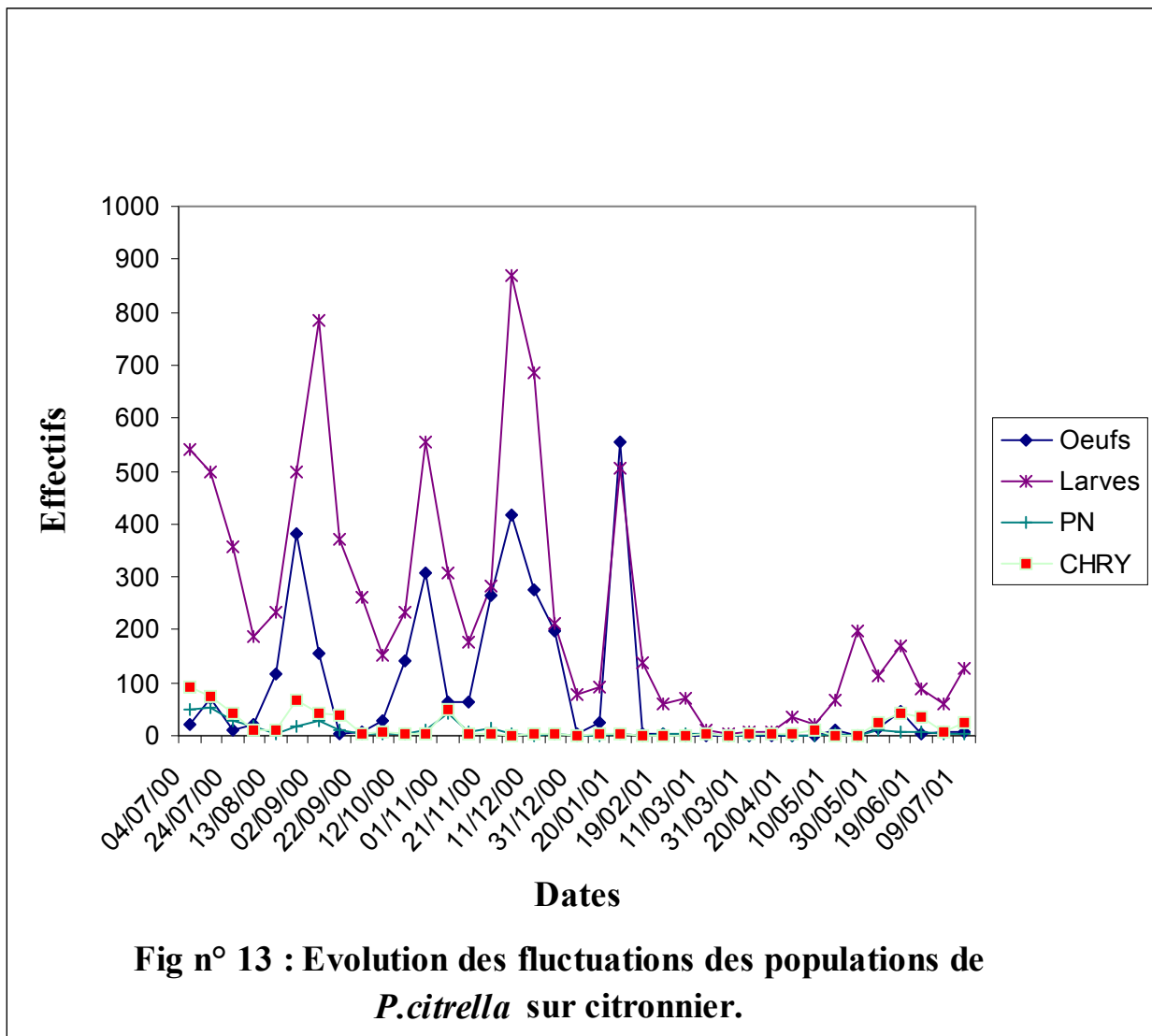
Stades	Oeufs		Larves		PN		CHRY	
	Dates	NB	%	NB	%	NB	%	NB
04/07/2000	21	0,65	541	5,97	49	13,96	91	14,56
14/07/2000	69	2,14	498	5,50	54	15,38	75	12
24/07/2000	10	0,31	358	3,95	27	7,69	42	6,72
03/08/2000	22	0,68	187	2,07	18	5,13	11	1,76
13/08/2000	118	3,66	232	2,56	5	1,42	12	1,92
23/08/2000	380	11,79	497	5,49	18	5,13	67	10,72
02/09/2000	156	4,84	783	8,65	28	7,98	43	6,88
12/09/2000	3	0,09	372	4,11	10	2,85	40	6,4
22/09/2000	6	0,19	260	2,87	4	1,14	4	0,64
02/10/2000	29	0,9	153	1,69	3	0,85	6	0,96
12/10/2000	141	4,37	233	2,57	3	0,85	5	0,8
22/10/2000	309	9,58	555	6,13	9	2,56	3	0,48
01/11/2000	64	1,99	309	3,41	42	11,97	49	7,84
11/11/2000	63	1,95	175	1,93	6	1,71	4	0,64
21/11/2000	265	8,22	283	3,13	14	3,99	5	0,8
01/12/2000	418	12,97	871	9,62	4	1,14	1	0,16
11/12/2000	275	8,53	686	7,58	1	0,28	3	0,48
21/12/2000	199	6,17	213	2,35	5	1,42	2	0,32
31/12/2000	4	0,12	76	0,84	0	0	0	0
10/01/2001	23	0,71	91	1,00	0	0	2	0,32
20/01/2001	554	17,18	506	5,59	5	1,42	2	0,32
09/02/2001	5	0,16	137	1,51	0	0	0	0
19/02/2001	2	0,06	61	0,67	4	1,14	0	0
01/03/2001	1	0,03	70	0,77	3	0,85	1	0,16
11/03/2001	0	0	10	0,11	2	0,57	2	0,32
21/03/2001	0	0	2	0,02	0	0	1	0,16
31/03/2001	0	0	6	0,07	0	0	2	0,32
10/04/2001	0	0	7	0,08	3	0,85	2	0,32
20/04/2001	0	0	37	0,41	0	0	5	0,8
30/04/2001	0	0	22	0,24	0	0	9	1,44
10/05/2001	11	0,34	68	0,75	2	0,57	0	0
20/05/2001	0	0	199	2,20	0	0	1	0,16
30/05/2001	14	0,43	113	1,25	12	3,42	26	4,16
09/06/2001	46	1,43	171	1,89	7	1,99	42	6,72
19/06/2001	3	0,09	88	0,97	6	1,71	34	5,44
29/06/2001	6	0,19	59	0,65	2	0,57	8	1,28
09/07/2001	7	0,22	126	1,39	5	1,42	25	4
Total	3224	100	9055	100	351	100	625	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.



b. Discussion

Le premier dénombrement effectué le 4/7/2000 sur un échantillon composé de 500 feuilles révèle la présence de 21 œufs, 541 larves, 49 prénymphe et 91 chrysalides (Fig n°13).

Avec la fin de la deuxième poussée de sève, le manque de la nourriture a engendré une régression de la population de *P. citrella* qui n'a atteint à la date du 24/7/2000 que 10 oeufs, 358 larves, 27 prénymphe et 42 chrysalides. (tableau n°18).

Les pontes dénombrées au mois d'août sont supérieures à celles du mois de juillet. En effet l'arrivée d'une nouvelle poussée de sève a engendré la multiplication du ravageur qui a atteint à la date du 23/08/2000 380 oeufs, 497 larves, 18 prénymphe et 67 nymphes (Fig n° 13).

La mineuse continue à se multiplier durant l'automne où le maximum de ponte a été noté à la date du 1/12/2000 avec 418 œufs, soit 12,97% (tableau n°18).

Au début de l'hiver, les infestations sont importantes et le taux de ponte a atteint 17,18% au mois de janvier. Cette forte ponte est favorisée par les poussées libres. A cet effet BERKANI et al (1996), rapportent que sur les espèces de *Citrus* développant des pousses tendres en fin d'automne et en hiver notamment le citronnier est observé la sixième génération de *P. citrella*.

La population de la mineuse est faiblement représentée durant la période qui s'étale du mois de février jusqu'au mois d'avril.

L'arrivée de la deuxième poussée de sève vers la première décade du mois de mai a permis à la mineuse d'augmenter son niveau de population pour atteindre à cette date 11 œufs, 68 larves, 2 prénymphe, et 0 chrysalides.

Les larves récupérées sur les pousses vont évoluer en chrysalides qui atteignent un taux de 4,16% à la date du 30/5 /2001.

L'élévation de la température de 20 à 29 °C associée à l'abondance de jeunes pousses ont permis aux adultes issus des chrysalides d'augmenter le niveau des populations. Ainsi les œufs et les larves ont véritablement explosé à la date du 9/6/2001 (46 œufs et 171 larves).

Nous avons noté une autre période d'infestation de moindre importance à la première décade du mois de juillet. Nous avons dénombré alors 7 œufs, 126 larves, 5 prénymphe et 25 chrysalides.

c. Conclusion

Le citronnier héberge tout au long de l'année *P. citrella*. En hiver, les populations du ravageur se maintiennent sur les poussées libres.

III-3-2-2 Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations

a. Résultats

Les résultats des fluctuations des populations de *P. citrella* suivant les orientations sont mentionnés dans le tableau n°19 et illustrés par la figure n°14.

Tableau n° 19 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Stades	Œuf		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Nord	342	10,61	275	15,29	588	14,07	534	17,35	63	17,95	119	19,04	1921	14,49
Sud	442	13,71	292	16,24	861	20,60	582	18,91	65	18,52	142	22,72	2384	17,99
Est	541	16,78	323	17,96	774	18,52	609	19,79	67	19,09	108	17,28	2422	18,27
Ouest	469	14,55	324	18,02	681	16,30	533	17,32	58	16,52	102	16,32	2167	16,35
Centre	1430	44,35	584	32,48	1275	30,51	820	26,64	98	27,92	154	24,64	4361	32,90
Total	3224	100	1798	100	4179	100	3078	100	351	100	625	100	13255	100

Légende :

NB: Individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

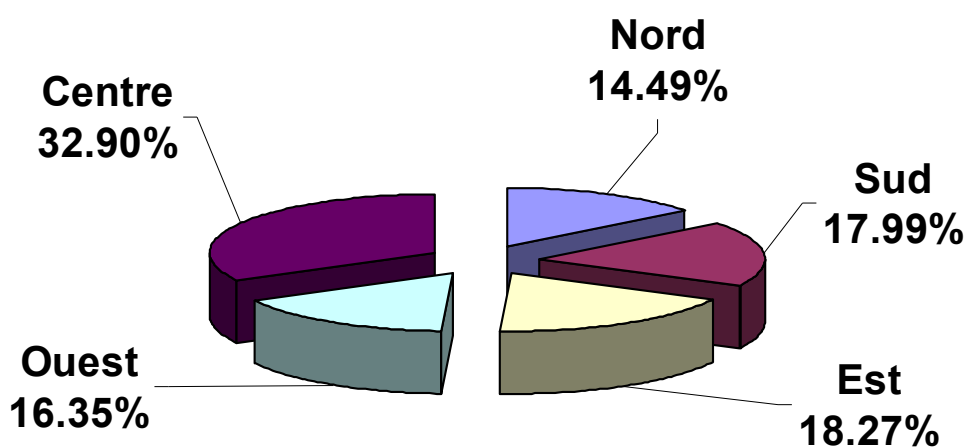


Fig n° 14: Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

b. Analyse de la variance

Pour confirmer les résultats de la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations, nous avons traité ces derniers par une analyse de la variance.

Tableau n°20 : Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	4*	4296.155*	1105*	578.3987*	7.427671*	.000007*

1 : facteur orientation avec 5 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau ci dessus montre des résultats significatifs pour le facteur orientation avec $P = 0.000007$ qui est inférieure au seuil retenu (5%). Ceci nous amène à dire que la distribution de l'insecte sur l'arbre est influencée par l'orientation.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% nous fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n°21 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
Orientations	8.653153	10.73874	10.90991	9.761261	19.64414
N {1}		.631662	.755945	.627372	.000031*
S {2}	.631662		.940233	.668503	.000297*
E {3}	.755945	.940233		.869774	.000137*
O {4}	.627372	.668503	.869774		.000094*
C {5}	.000031*	.000297*	.000137*	.000094*	

Légende :

N et 1 : nord. E et 3 : est. C et 5 : centre.

S et 2 : sud. O et 4 : ouest.

D'après le test de Newman-Keuls nous avons 2 groupes homogènes :

- le premier groupe englobant l'orientation nord, sud, est et ouest avec une plus grande moyenne en nombre d'individus égale à 10.90991 pour l'orientation est et une plus faible moyenne en nombre d'individus égale à 8.653153 pour l'orientation nord (tableau n° 22).

- le deuxième groupe formé par la plus grande moyenne de 19.64414 correspondant à l'orientation centre (tableau n°22).

Tableau n°22 : Les moyennes.

Orientations	Nombre
N	8.65315
S	10.73874
E	10.90991
O	9.76126
C	19.64414

b. Discussion

Sur le citronnier, les résultats montrent qu'à l'exception du centre, la mineuse ne manifeste pas de préférence marquée pour les orientations. Ainsi nous avons enregistré 32,9%, 18,27 %, 17,99 %, 16,35 %, 14,49 % d'individus respectivement au centre, à l'est, au sud, à l'ouest et au nord (Fig n°14).

Il semblerait qu'au niveau du centre le ravageur trouve une nourriture disponible et des facteurs favorisant son développement.

c. Conclusion

L'intensité des contaminations au centre semble être liée à la disponibilité de la nourriture et aux conditions micro climatiques favorables offertes par cette exposition.

III-3-2-3 Dynamique de populations de *P. citrella* suivant la face foliaire

a. Résultats

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n°23 et illustrés par les figures n°15 et 16.

Tableau n°23 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Stades	Œufs		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Face inférieure	1841	57,10	1020	56,73	2398	57,38	1629	52,92	170	48,43	339	54,24	7397	55,81
Face supérieure	1383	42,90	778	43,27	1781	42,62	1449	47,08	181	51,57	286	45,76	5858	44,19
Total	3224	100	1798	100	4179	100	3078	100	351	100	625	100	13255	100

Légende :

NB: individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY: Chrysalide.

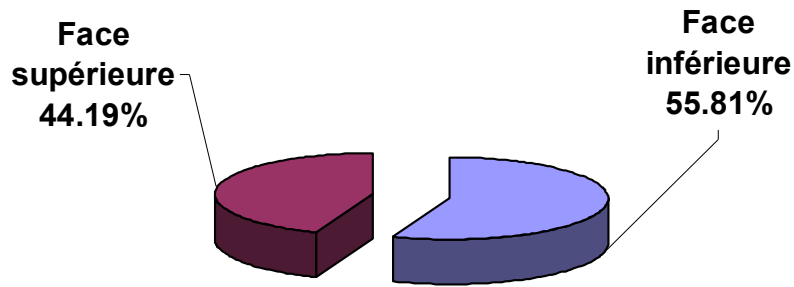


Fig n°15 : Dynamique des populations de *P.citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

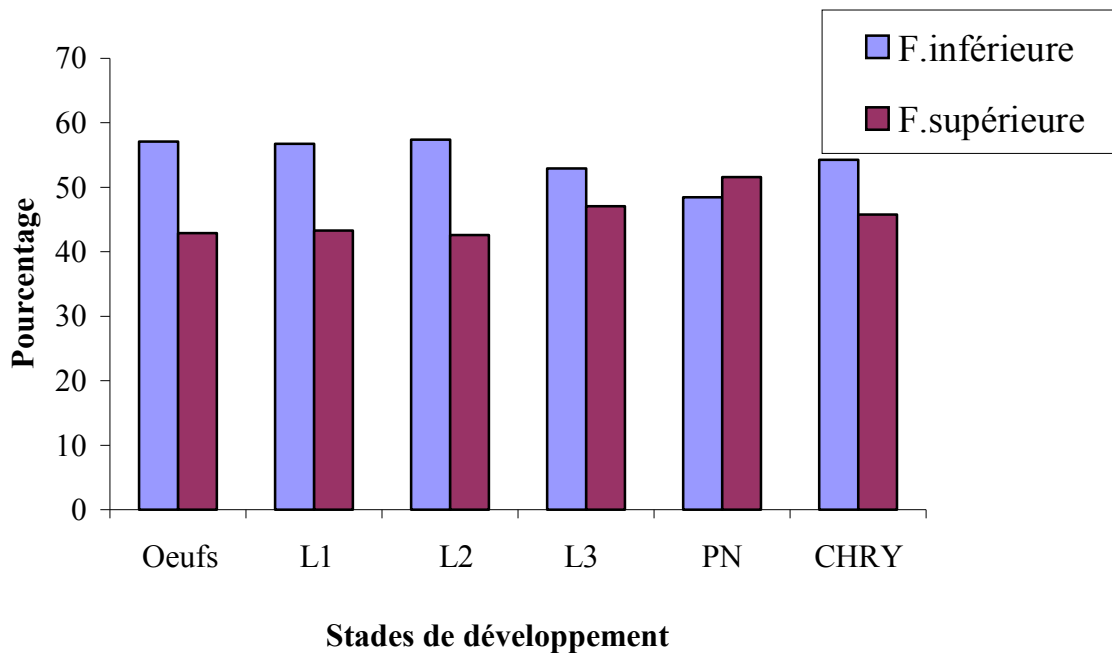


Fig n° 16 : Fluctuations des différents stades de développement de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier

b. Analyse de la variance

Les résultats statistiques obtenus (tableau n°24) permettent de confirmer s'il existe une différence dans la répartition de la population globale de la mineuse entre les deux faces foliaires.

Tableau n°24: Résultats de l'analyse de la variance pour la dynamique des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Effet	dl Effet	MC Effet	DI Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	1	5334.507	442	2566.961	2.078140	.150130

1 : facteur face foliaire avec 2 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DI erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau n° 24 montre des résultats non significatifs pour le facteur face foliaire car la probabilité est supérieure au seuil retenu (5%). Toutefois la moyenne du nombre d'individus sur la face inférieure est légèrement supérieure à celle de la face supérieure (tableau n°25)

Tableau n°25 : Les moyennes

Face	Nombre
FI	33.31982
FS	26.38739

c. Discussion

L'analyse des résultats a montré que la mineuse se développe sur les deux faces foliaires. Nous avons enregistré 55,81% et 44,19% d'individus respectivement sur la face inférieure et supérieure de la feuille. GARRIDO (1995) rapporte que chez *P. citrella*, l'oviposition peut se faire sur l'une ou l'autre face foliaire et c'est surtout le durcissement des feuilles qui empêche la ponte.

A l'exception des prénymphes, les différents stades biologiques de *P. citrella* ont tendance à se localiser sur la face inférieure. Il semblerait que cette dernière assure une protection au ravageur contre l'agression du milieu environnant (Fig n°16).

d. Conclusion

Sur citronnier, *P. citrella* se développe et cause des dégâts sur les deux faces de la feuille.

III-3-2-4. Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons

a. Résultats

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n°26 et illustrés par la figure n° 17.

Tableau n°26 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

Stades	Œuf		L1		L2		L3		PN		CHRY		Total	
	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%
Été 2000	785	24,35	649	36,10	1159	27,73	1920	62,38	213	60,68	385	61,60	5111	38,56
Automne 2000	1763	54,68	894	49,72	1866	44,65	718	23,33	87	24,79	78	12,48	5406	40,78
Hiver 2001	589	18,27	198	11,01	624	14,93	131	4,26	14	3,99	8	1,28	1564	11,80
Printemps 2001	74	2,30	45	2,50	429	10,27	237	7,70	30	8,55	121	19,36	936	7,06
Début de l'été 2001	13	0,40	12	0,67	101	2,42	72	2,34	7	1,99	33	5,28	238	1,80
Total	3224	100	1798	100	4179	100	3078	100	351	100	625	100	13255	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités. L3 : Troisième stade larvaire.

L1 : Premier stade larvaire. PN : Prénympe.

L2 : Deuxième stade larvaire. CHRY : Chrysalide.

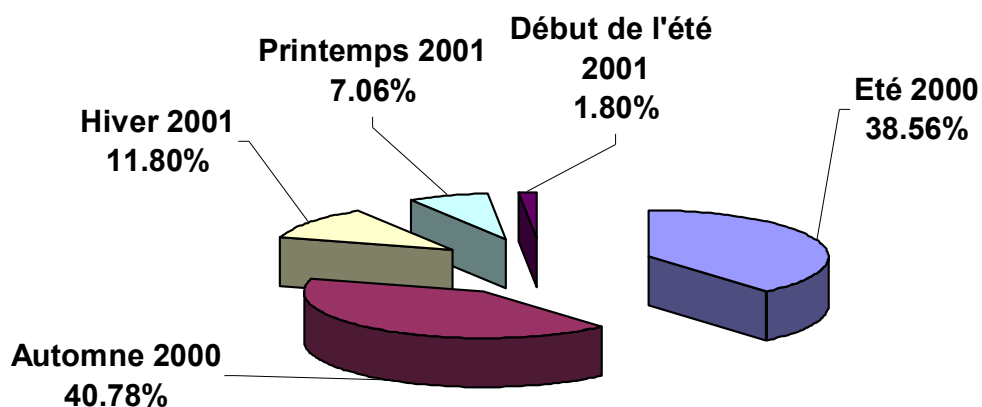


Fig n° 17 : Dynamique des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

b. Discussion

Les résultats mettent en évidence une activité intense de la mineuse à l'automne et en été 2000 (Fig n°17).

Cette activité est en relation avec l'abondance de jeunes pousses qui représentent le site favorable pour la ponte de femelles de *P.citrella*.

Le développement de la mineuse en hiver sur cette variété est favorisé par la disponibilité de la nourriture provenant de poussées de sève libres.

L'activité enregistrée au printemps correspond essentiellement au redémarrage des attaques de la mineuse noté à partir de la première décade du mois de mai.

c. Conclusion

Sur cette variété, la mineuse est très active en automne et en été 2000 par rapport aux autres saisons.

III-3-2-5 Sex- ratio

a. Résultats

Les résultats du sex- ratio sont regroupés dans le tableau n°27.

Tableau n°27 : Sex- ratio des populations de *P. citrella* évoluant sur citronnier.

Dates	Effectifs	Nombre d'individus par sexe		Sex-ratio
		Mâles	Femelles	
04/07/2000	87	45	42	1,07
14/07/2000	67	16	51	0,31
24/07/2000	26	12	14	0,85
03/08/2000	5	3	2	1,5
13/08/2000	12	3	9	0,33
23/08/2000	66	16	50	0,32
02/09/2000	38	7	31	0,22
12/09/2000	29	5	24	0,2
22/09/2000	4	0	4	0
02/10/2000	4	1	3	0,33
12/10/2000	3	0	3	0
22/10/2000	3	0	3	0
01/11/2000	42	6	36	0,17
11/11/2000	4	2	2	1
21/11/2000	4	2	2	1
01/12/2000	1	0	1	0
11/12/2000	3	0	3	0
21/12/2000	2	1	1	1
31/12/2000	0	0	0	-
10/01/2001	2	0	2	0
20/01/2001	2	1	1	1
09/02/2001	0	0	0	-
19/02/2001	0	0	0	-
01/03/2001	1	0	1	0
11/03/2001	1	0	1	0
21/03/2001	0	0	0	-
31/03/2001	2	0	2	0
10/04/2001	2	0	2	0
20/04/2001	4	0	4	0
30/04/2001	9	1	8	0,13
10/05/2001	0	0	0	-
20/05/2001	1	0	1	0
30/05/2001	26	2	24	0,08
09/06/2001	39	3	36	0,08
19/06/2001	29	4	25	0,16
29/06/2001	6	0	6	0
09/07/2001	23	2	21	0,10
Total	547	132	415	0,32

b. Discussion

Les chrysalides récoltées sont essentiellement composées de femelles. En effet sur 547 chrysalides, nous avons dénombré 415 femelles et 132 mâles soit un sex – ratio de l'ordre de 0,32.

c. Conclusion

La population de *P. citrella* est déséquilibrée. En effet le nombre de femelles est plus important que celui des mâles. Le sex. - ratio est plus élevé par rapport à celui obtenu sur oranger.

III-4 Etude de la mortalité des populations de *P. citrella*

Parmi les principales causes de mortalité des insectes entre autre la mineuse figurent les conditions climatiques défavorables (températures, pluviométrie, humidité... etc.). La destruction de la mineuse par la faune utile représente également un facteur de régulation des populations de cet insecte.

Nous allons aborder la mortalité liée au milieu et ceci en étudiant la mortalité des différents stades de *P. citrella*.

III-4-1 Sur l'oranger

III-4-1-1 Mortalité globale

a. Résultats

Les résultats du dénombrement des individus morts de *P. citrella* sont représentés dans le tableau n° 28.

Tableau n° 28 : Mortalité globale des populations *P. citrella* sur oranger.

Stades Dates	L1			L2			L3			PN			CHRY		
	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%
04/07/2000	71	62	87,32	58	46	79,31	65	63	96,92	5	4	80,00	19	12	63,16
14/07/2000	0	0	/	23	21	91,30	79	71	89,87	15	15	100,00	14	5	35,71
24/07/2000	13	4	30,77	29	20	68,97	70	64	91,43	3	2	66,67	3	2	66,67
03/08/2000	94	58	61,70	37	12	32,43	44	29	65,91	3	3	100,00	26	12	46,15
13/08/2000	151	74	49,01	122	43	35,25	105	51	48,57	18	0	0,00	23	1	4,35
23/08/2000	256	178	69,53	93	56	60,22	145	109	75,17	10	5	50,00	46	6	13,04
02/09/2000	141	98	69,50	18	15	83,33	28	27	96,43	0	0	/	1	0	0,00
12/09/2000	20	13	65,00	54	12	22,22	72	48	66,67	7	5	71,43	22	2	9,09
22/09/2000	52	13	25,00	78	31	39,74	73	39	53,42	12	1	8,33	14	0	0,00
02/10/2000	66	22	33,33	91	18	19,78	112	36	32,14	18	2	11,11	50	1	2,00
12/10/2000	117	30	25,64	139	27	19,42	161	65	40,37	35	6	17,14	87	3	3,45
22/10/2000	94	32	34,04	120	46	38,33	108	63	58,33	59	14	23,73	97	13	13,40
01/11/2000	78	18	23,08	88	58	65,91	119	100	84,03	28	18	64,29	58	7	12,07
11/11/2000	0	0	/	9	9	100,00	90	85	94,44	13	11	84,62	22	7	31,82
21/11/2000	20	6	30,00	93	52	55,91	93	77	82,80	24	18	75,00	11	2	18,18
01/12/2000	0	0	/	16	15	93,75	62	62	100,00	10	9	90,00	6	3	50,00
11/12/2000	0	0	/	20	20	100,00	64	64	100,00	6	5	83,33	3	0	0,00
21/12/2000	0	0	/	12	12	100,00	68	68	100,00	10	10	100,00	2	2	100,00
31/12/2000	0	0	/	1	1	100,00	52	52	100,00	0	0	/	2	0	0,00
10/01/2001	0	0	/	7	6	85,71	33	31	93,94	2	2	100,00	0	0	/
20/01/2001	0	0	/	17	17	100,00	50	50	100,00	8	8	100,00	1	1	100,00
09/02/2001	1	0	0,00	2	2	100,00	6	6	100,00	1	1	100,00	0	0	/
19/02/2001	0	0	/	1	1	100,00	5	5	100,00	1	1	100,00	0	0	/
01/03/2001	0	0	/	9	4	44,44	6	6	100,00	2	2	100,00	0	0	/
11/03/2001	0	0	/	0	0	/	0	0	/	1	1	100,00	0	0	/
21/03/2001	0	0	/	0	0	/	3	3	100,00	0	0	/	0	0	/
31/03/2001	0	0	/	0	0	/	0	0	/	0	0	/	0	0	/
10/04/2001	0	0	/	3	2	66,67	0	0	/	0	0	/	0	0	/
20/04/2001	0	0	/	6	4	66,67	4	1	25,00	1	1	100,00	0	0	/
30/04/2001	0	0	/	1	1	100,00	8	2	25,00	0	0	/	0	0	/
10/05/2001	6	4	66,67	70	17	24,29	37	9	24,32	1	0	0,00	1	0	0,00
20/05/2001	2	0	0,00	54	11	20,37	54	26	48,15	10	4	40,00	15	2	13,33
30/05/2001	32	16	50,00	153	71	46,41	84	39	46,43	16	9	56,25	61	10	16,39
09/06/2001	18	10	55,56	70	31	44,29	52	31	59,62	15	9	60,00	83	20	24,10
19/06/2001	75	60	80,00	149	45	30,20	107	60	56,07	12	5	41,67	27	2	7,41
29/06/2001	21	9	42,86	95	81	85,26	66	56	84,85	3	1	33,33	36	15	41,67
09/07/2001	0	0	/	9	9	100,00	27	25	92,59	0	0	/	8	5	62,50
Total	1328	707	53,24	1747	816	46,71	2152	1523	70,77	349	172	49,28	738	133	18,02

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.
Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

b. Discussion

Les fortes chaleurs enregistrées durant le mois de juillet ont engendré une mortalité assez élevée au sein de la population de *P.citrella*. Ainsi les taux de mortalité durant ce mois ont varié de 30,77% à 87,32% chez le premier stade larvaire de 68,97% à 91,30% chez le deuxième stade larvaire, de 89,87% à 96,92% chez le troisième stade larvaire, de 66,67% à 100% chez la prénymphe et de 35,71% à 66,67% chez les chrysalides (tableau n° 28).

Durant la période s'étalant du mois d'août jusqu'au mois de novembre, le maximum de mortalité est enregistré à la troisième décade du mois d'août pour le stade L1 (69,53%), à la deuxième décade du mois de novembre pour le stade L2 (100%), à la première décade du mois de septembre pour le stade L3 (96,43%), à la première décade du mois d'août pour la prénymphe (100%) et la chrysalide (46,15%).

Durant cette période, la mortalité a été provoquée par une importante compétition spatiale due à une forte densité larvaire et par les températures élevées qui ont été insupportables pour tous les stades de *P.citrella*.

Au cours de la période s'étalant du mois de décembre jusqu'au mois d'avril, la faible population échantillonnée était en grande partie morte. En effet les basses températures en variant entre -2°C et $3,4^{\circ}\text{C}$ se sont traduites par des pics de mortalité (100%) observés chez les stades larvaires (L2 et L3), prénymphe et nymphal.

Au cours de la période s'étalant du mois de mai jusqu'à la fin de notre expérimentation, les températures élevées et la compétition spatiale ont affecté la population larvaire de la mineuse dont le taux de mortalité a varié de 0% à 80% pour le stade L1, de 20,37% à 100% pour le stade L2 et de 24,32% à 92,59% pour le stade L3.

Durant la même période, le maximum de mortalité pour les prénymphe (60%) et les chrysalides (62,5%) a été noté respectivement à la première décade du mois de juin et juillet.

Nos résultats concordent avec ceux de LAKRA et al (1984) qui notent que 63% des chrysalides de *P. citrella* seraient tuées lorsque les températures atteignent 46°C .

c. Conclusion

Selon nos observations, la mortalité de *P. citrella* se rapporte au phénomène de compétition spatiale et aux conditions climatiques défavorables.

III-4-1-2 Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations

a. Résultats

Les résultats du dénombrement des individus morts de *P. citrella* au niveau de chaque orientation sont regroupés dans le tableau n°29 et illustrés par la figure n°18.

Tableau n° 29 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Orientations		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre	Total
Stades							
L1	NB	142	177	248	147	614	
	M	73	90	144	95	305	
	%	51,41	50,85	58,06	64,63	49,67	
L2	NB	233	328	266	267	653	
	M	111	151	130	117	307	
	%	47,64	46,04	48,87	43,82	47,01	
L3	NB	357	370	356	346	723	
	M	243	260	263	247	510	
	%	68,07	70,27	73,88	71,39	70,54	
PN	NB	71	73	62	63	80	
	M	40	37	32	34	29	
	%	56,34	50,68	51,61	53,97	36,25	
CHRY	NB	132	131	125	121	229	
	M	27	19	24	25	38	
	%	20,45	14,50	19,20	20,66	16,59	
Total	NB	935	1079	1057	944	2299	6314
	M	494	557	593	518	1189	3351
	%	14,74	16,62	17,70	15,46	35,48	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

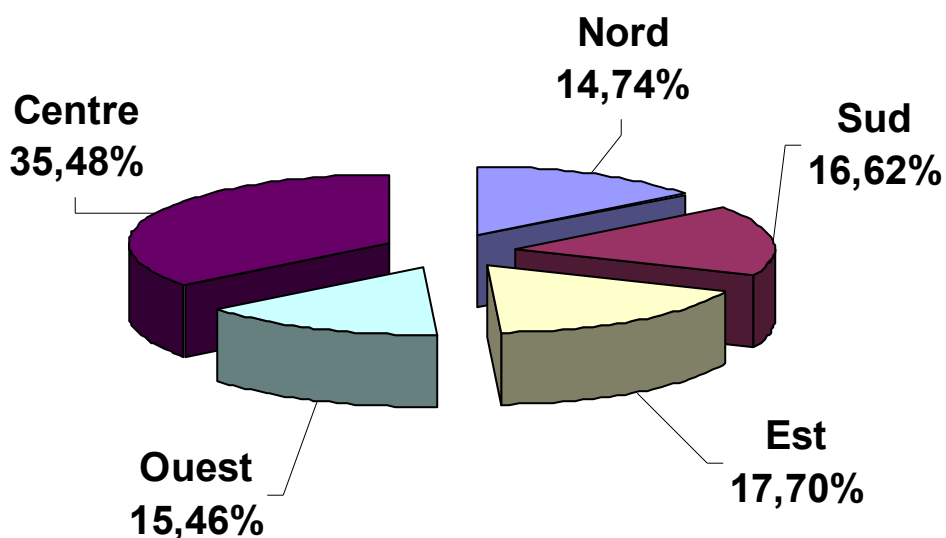


Fig n°18 : Mortalité des populations de *P.citrella* suivant les orientations sur oranger.

b. Analyse de la variance

- Facteur orientation

Afin de voir l'effet de l'exposition des rameaux sur la distribution des individus morts de *P. citrella* sur l'arbre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont reportés au tableau n°30.

Tableau n°30 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	4*	462.3497*	920*	49.25861*	9.386170*	.000000*

1 : facteur orientation avec 5 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité

Le tableau n°30 montre des résultats très hautement significatifs pour le facteur orientation avec $P= 0,0000$. Ceci nous amène à dire que le taux de mortalité de *P. citrella* diffère d'une orientation à une autre.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n° 31 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
Orientations	2.670270	3.010811	3.205405	2.800000	6.427027
N {1}		.886916	.883721	.858914	.000019*
S {2}	.886916		.789750	.772680	.000029*
E {3}	.883721	.789750		.843628	.000018*
O {4}	.858914	.772680	.843628		.000011*
C {5}	.000019*	.000029*	.000018*	.000011*	

Légende :

N et 1: nord

S et 2 : sud

E et 3 : est

O et 4 : ouest

C et 5 : centre.

D'après ce test nous avons deux groupes homogènes :

- Le premier groupe englobant l'orientation nord, sud, est et ouest avec des moyennes en nombre d'individus morts variant entre 2.670270 et 3.205405.

(tableau n° 32)

-Le deuxième groupe formé par le centre avec une moyenne en nombre d'individus morts de 6.427027.

Tableau n° 32 : Les moyennes.

Orientations	Nombre
N	2.670270
S	3.010811
E	3.205405
O	2.800000
C	6.427027

- Facteur stade

Dans le but de voir si le nombre d'individus morts diffère d'un stade biologique à un autre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 33 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	Niveau p
1	4*	1738.739*	920*	43.70910*	39.77980*	0.00*

1 : facteur stade avec 5 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité

Le tableau ci dessus montre des résultats très hautement significatifs avec P= 0,00, donc le taux de mortalité diffère d'un stade de développement à un autre.

Le test de Newman-Keuls fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n°34 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Stades	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
	3.821622	4.410811	8.232432	.9297297	.7189189
L1 {1}		.391391	.000022*	.000034*	.000039*
L2 {2}	.391391		.000009*	.000023*	.000008*
L3 {3}	.000022*	.000009*		.000008*	.000017*
PN {4}	.000034*	.000023*	.000008*		.759101
CHRY {5}	.000039*	.000008*	.000017*	.759101	

Légende :

L1 et 1 : Premier stade larvaire

L2 et 2 : Deuxième stade larvaire

L3 et 3 : Troisième stade larvaire

PN et 4 : Prénympe

CHRY et 5 : Chrysalide.

D'après ce test nous dégageons trois groupes homogènes :

- Le premier groupe formé par les larves L1 et L2 avec des moyennes de l'ordre de 3.821622 et 4.410811 (tableau n°35).

- le deuxième groupe formé par le troisième stade larvaire avec une moyenne maximale de 8.232432 (tableau n°35).

- le troisième groupe englobant le stade prénympe et chrysalide avec la plus faible moyenne de 0,718919.

Tableau n°35: les moyennes.

Stades	Nombre
L1	3.821622
L2	4.410811
L3	8.232432
PN	.929730
CHRY	.718919

b. Discussion

L'analyse des résultats a montré que la mineuse a été surtout affecté au centre où son taux de mortalité a été de 35,48%. La différence dans le taux de mortalité était insignifiante pour les orientations nord, sud, est et ouest où nous avons enregistré respectivement 14,74%, 16,62% 17,70% et 15,46% d'individus morts (Fig .n°18).

L'analyse des résultats a également montré que le troisième stade larvaire a été le plus affecté alors que la mortalité des nymphes a été insignifiante car ces dernières échappent le plus souvent aux aléas climatiques grâce à la protection de leur cocon.

c. Conclusion

Sur oranger, la mortalité est importante au centre. Elle frappe beaucoup plus le troisième stade larvaire.

III-4-1-3 Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire

a. Résultats

Les données résultant du comptage des individus morts sur les deux faces foliaires sont mentionnées dans le tableau n° : 36 et illustrées par la figure n°: 19.

Tableau n° 36 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger

Faces		Face inférieure	Face supérieure	Total
Stades				
L1	NB	682	646	
	M	347	360	
	%	50,88	55,73	
L2	NB	1086	661	
	M	470	346	
	%	43,28	52,34	
L3	NB	1479	673	
	M	992	531	
	%	67,07	78,9	
PN	NB	234	115	
	M	106	66	
	%	45,3	57,39	
CHRY	NB	561	177	
	M	96	37	
	%	17,11	20,9	
Total	NB	4042	2272	6314
	M	2011	1340	3351
	%	60,01	39,99	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

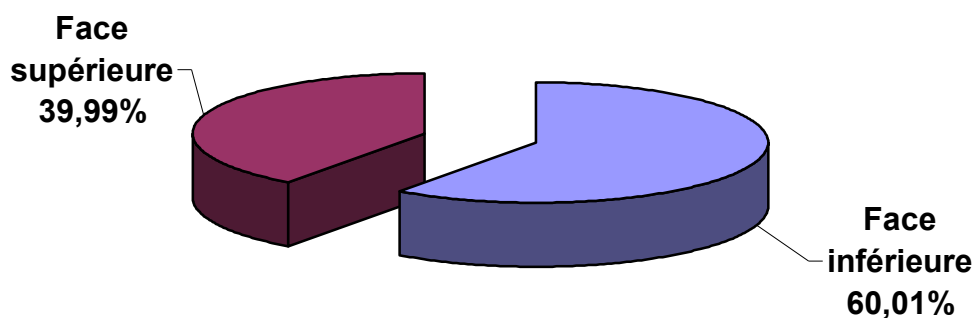


Fig n°19 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

b. Analyse de la variance

- Facteur face foliaire

Dans le but de voir la distribution des individus morts de *P. citrella* suivant les deux faces de la feuille, nous avons traité les résultats par une analyse de la variance.

Tableau n°37 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	1*	1216.868*	368*	212.4373*	5.728125*	.017196*

1 : facteur face foliaire avec 2 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau n°37 montre des résultats significatifs pour le facteur face foliaire avec $P = 0,01796$. Ceci nous permet de dire que la distribution des individus morts est hétérogène sur les deux faces foliaires.

Le test de Newman-Keuls fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n° 38 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Face	{1}	{2}
		10.87027
FI {1}		.016704 *
FS {2}	.016704 *	

Légende :

FI : face inférieure

FS : face supérieure.

Ce test nous révèle que la mortalité est en relation avec la face foliaire. En effet la moyenne en nombre d'individus morts de *P. citrella* est de l'ordre de 10,87027 sur la face inférieure et n'est que de 7.24324 sur la face supérieure (tableau n°39)

Tableau n° 39 : Les moyennes.

Face	Nombre
FI	10.87027
FS	7.24324

- Facteur stade

Dans le but de voir si le taux de mortalité diffère d'un stade biologique à un autre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont présentés dans le tableau ci dessous.

Tableau n°40 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	Niveau P
1	4*	4346.847*	365*	169.8806*	25.58766*	.000000*

1 : facteur stade avec 5 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau ci dessus montre des résultats très hautement significatifs (P=0,000), donc le taux de mortalité diffère d'un stade de développement à un autre.

Le test de Newman-Keuls fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n° 41 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Stade	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		9.554054	11.02703	20.58108	2.324324
L1 {1}		.491823	.000022*	.000746*	.000872*
L2 {2}	.491823		.000017*	.000161*	.000103*
L3 {3}	.000022*	.000017*		.000008*	.000017*
PN {4}	.000746*	.000161*	.000008*		.805733
CHRY {5}	.000872*	.000103*	.000017*	.805733	

Légende :

L1 et 1 : Premier stade larvaire

L2 et 2 : Deuxième stade larvaire

L3 et 3 : Troisième stade larvaire

PN et 4 : Prénympe

CHRY et 5 : Chrysalide.

Le test fait ressortir trois groupes homogènes :

- Le premier groupe englobant le premier et le deuxième stade larvaire avec des moyennes respectivement de 9.55405 et de 11.02703.

- Le deuxième groupe formé par le troisième stade larvaire. Avec une moyenne de 20.58108.

- Le troisième groupe formé par les prénymphes et les chrysalides avec une plus faible moyenne de 1,79730 (tableau n° 42)

Tableau n°42 : Les moyennes.

Stade	Nombre
L1	9.55405
L2	11.02703
L3	20.58108
PN	2.32432
CHRY	1.79730

c. Discussion

L'analyse des résultats a montré que le plus fort taux de mortalité a été enregistré à la face inférieure avec 60,01% d'individus (Fig.n° 19). Ceci peut s'expliquer par l'importante compétition spatiale due à une forte densité larvaire. A cet effet KNAPP et al (1995) rapportent que lorsque la densité de la population augmente de plus de deux à trois mines par feuille, la capacité de la mineuse à compléter son développement diminue.

L'analyse des résultats a également montré que le troisième stade larvaire était le plus affecté alors que les prénymphes et les chrysalides étaient moins sensibles.

d. Conclusion

A la face inférieure, plus de 50% de la population de *P. citrella* est touché par la mortalité.

III-4-1-4 Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons

a. Résultats

Les résultats de la mortalité saisonnière chez *P. citrella* sont rassemblés dans le tableau n° 43 et illustrés par la figure n° 20.

Tableau n°43 : Mortalité des populations de *P.citrella* suivant les saisons sur oranger.

Saisons Stades		Eté 2000	Automne 2000	Hiver 2001	Printemps 2001	Début de l'été 2001	Total
L1	NB	798	375	1	133	21	
	M	500	108	0	90	9	
	%	62,66	28,80	0	67,67	42,86	
L2	NB	512	588	37	506	104	
	M	256	257	31	182	90	
	%	50	43,71	83,78	35,97	86,54	
L3	NB	681	877	155	346	93	
	M	501	620	153	168	81	
	%	73,57	70,70	98,71	48,55	87,10	
PN	NB	73	203	15	55	3	
	M	35	93	15	28	1	
	%	47,95	45,81	100	50,91	33,33	
CHRY	NB	168	336	3	187	44	
	M	40	38	1	34	20	
	%	23,81	11,31	33,33	18,18	45,45	
Total	NB	2232	2379	211	1227	265	6314
	M	1332	1116	200	502	201	3351
	%	39,75	33,30	5,97	14,98	6,00	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

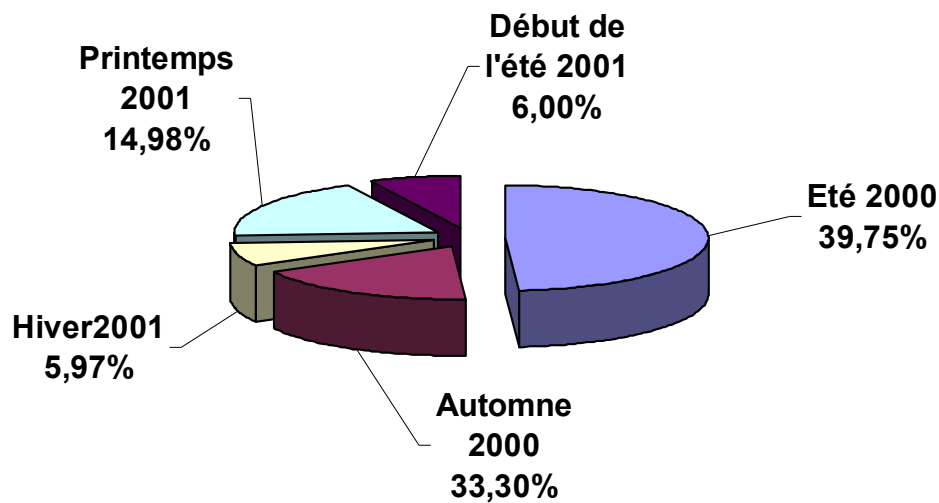


Fig. n° 20 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant des saisons sur oranger.

b. Discussion

L'analyse du tableau n° 43 montre que la mortalité affecte la mineuse durant les quatre saisons de l'année.

A la saison estivale (été 2000), la forte chaleur a engendré un taux de mortalité assez élevé de l'ordre de 39,75%.

En automne 2000, où les densités larvaires étaient élevées, la compétition spatiale a engendré un taux de mortalité assez remarquable de l'ordre de 33,30% (Fig n°20).

c. Conclusion

D'après ces résultats nous pouvons conclure que la mortalité de *P. citrella* est importante en été 2000 où les conditions climatiques sont défavorables et les infestations sont importantes.

III-4-2 Sur le citronnier

III-4-2-1 Mortalité globale

a. Résultats

L'examen des feuilles sous loupe binoculaire a permis de dénombrer les individus morts de *P. citrella* à chaque échantillonnage. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n° 44.

Tableau n°44 : Mortalité globale des populations *P. citrella* sur citronnier.

Stades Dates	L1			L2			L3			PN			CHRY		
	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%	VMP	M	%
04/07/2000	86	51	59,30	237	188	79,32	218	170	77,98	49	37	75,51	91	43	47,25
14/07/2000	82	46	56,10	236	131	55,51	180	123	68,33	54	39	72,22	75	16	21,33
24/07/2000	37	2	5,41	80	32	40,00	241	200	82,99	27	22	81,48	42	13	30,95
03/08/2000	13	6	46,15	19	15	78,95	155	150	96,77	18	16	88,89	11	1	9,09
13/08/2000	66	7	10,61	91	29	31,87	75	55	73,33	5	0	0,00	12	2	16,67
23/08/2000	159	72	45,28	198	80	40,40	140	95	67,86	18	7	38,89	67	11	16,42
02/09/2000	186	44	23,66	198	88	44,44	399	299	74,94	28	13	46,43	43	11	25,58
12/09/2000	13	6	46,15	63	48	76,19	296	250	84,46	10	7	70,00	40	7	17,50
22/09/2000	7	0	0,00	37	31	83,78	216	206	95,37	4	1	25,00	4	0	0,00
02/10/2000	23	1	4,35	41	10	24,39	89	69	77,53	3	1	33,33	6	2	33,33
12/10/2000	119	7	5,88	63	17	26,98	51	36	70,59	3	0	0,00	5	1	20,00
22/10/2000	171	7	4,09	279	27	9,68	105	16	15,24	9	2	22,22	3	0	0,00
01/11/2000	62	7	11,29	120	46	38,33	127	100	78,74	42	21	50,00	49	14	28,57
11/11/2000	77	7	9,09	59	20	33,90	39	29	74,36	6	5	83,33	4	0	0,00
21/11/2000	49	7	14,29	150	65	43,33	84	53	63,10	14	4	28,57	5	0	0,00
01/12/2000	207	7	3,38	555	106	19,10	109	48	44,04	4	3	75,00	1	0	0,00
11/12/2000	131	11	8,40	469	98	20,90	86	38	44,19	1	0	0,00	3	1	33,33
21/12/2000	55	0	0,00	130	29	22,31	28	17	60,71	5	4	80,00	2	2	100,00
31/12/2000	44	9	20,45	20	4	20,00	12	9	75,00	0	0	/	0	0	/
10/01/2001	57	10	17,54	23	5	21,74	11	7	63,64	0	0	/	2	0	0,00
20/01/2001	79	3	3,80	371	104	28,03	56	42	75,00	5	5	100,00	2	1	50,00
09/02/2001	8	0	0,00	107	26	24,30	22	13	59,09	0	0	/	0	0	/
19/02/2001	4	0	0,00	52	10	19,23	5	2	40,00	4	4	100,00	0	0	/
01/03/2001	6	2	33,33	49	11	22,45	15	10	66,67	3	1	33,33	1	0	0,00
11/03/2001	0	0	/	2	2	100,00	8	6	75,00	2	1	50,00	2	1	50,00
21/03/2001	0	0	/	0	0	/	2	1	50,00	0	0	/	1	0	0,00
31/03/2001	0	0	/	3	2	66,67	3	3	100,00	0	0	/	2	1	50,00
10/04/2001	0	0	/	1	1	100,00	6	4	66,67	3	1	33,33	2	0	0,00
20/04/2001	0	0	/	23	19	82,61	14	7	50,00	0	0	/	5	0	0,00
30/04/2001	0	0	/	9	9	100,00	13	7	53,85	0	0	/	9	0	0,00
10/05/2001	0	0	/	41	18	43,90	27	18	66,67	2	2	100,00	0	0	/
20/05/2001	17	1	5,88	127	20	15,75	55	10	18,18	0	0	/	1	0	0,00
30/05/2001	21	2	9,52	72	11	15,28	20	10	50,00	12	2	16,67	26	2	7,69
09/06/2001	6	1	16,67	108	46	42,59	57	35	61,40	7	3	42,86	42	17	40,48
19/06/2001	1	0	0,00	45	21	46,67	42	31	73,81	6	2	33,33	34	6	17,65
29/06/2001	2	0	0,00	32	17	53,13	25	20	80,00	2	1	50,00	8	1	12,50
09/07/2001	10	0	0,00	69	18	26,09	47	24	51,06	5	4	80,00	25	3	12,00
Total	1798	316	17,58	4179	1404	33,60	3078	2213	71,90	351	208	59,26	625	156	24,96

Légende

VMP: Individus vivants, morts et parasités.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité

b. Discussion

Sur le citronnier, en période estivo- automnale, la mortalité a touché tous les stades de la mineuse. Nous avons noté des pics de mortalité qui ont atteint 59,30% chez le stade L1, 83,78% chez le stade L2, 96,77% chez le stade L3, 88,89 % chez les prénymphe et 100% chez les chrysalides.

Durant cette période, les fortes chaleurs (température maximale de l'ordre de 45,4 °C au mois de juillet) associée à la compétition spatiale ont contribué à la réduction numérique des différents stades de *P.citrella*. A cet effet ZOUAOUI (1997) rapporte que le taux de mortalité devient plus élevé en été quand la densité larvaire dépasse 8 larves de premier stade par face foliaire.

Durant la période s'étalant du 31/12/2000 jusqu'au 10/5/2001, les basses températures (température minimale a varié entre -2°C et 5,2°C) ont provoqué la mortalité de la population de la mineuse qui s'est maintenue sur les poussées libres. Le taux de mortalité a varié donc de 0% à 33,33% chez le stade L1, de 19,23% à 100% chez le stade L2, de 40% à 100% chez le stade L3, de 33,33% à 100% chez les prénymphe et de 0 % à 50% chez les chrysalides.

A partir du 20/5/2001 jusqu'à la fin de notre expérimentation, la mortalité enregistrée est due aux élévations de températures qui étaient insupportables pour tous les stades de *P. citrella* et aussi à une compétition spatiale qui a entraîné une mortalité au sein des stades L2 et L3.

c. Conclusion

La mortalité frappe le déprédateur pendant toute l'année. Cette dernière est plus importante durant la période estivo - automnale.

III-4-2-2. Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations

a. Résultats

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n°45 et illustrés par la figure n°21.

Tableau n°45 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Orientations		Nord	Sud	Est	Ouest	Centre	Total
Stades							
L1	NB	275	292	323	324	584	
	M	44	34	63	76	99	
	%	16,00	11,64	19,50	23,46	16,95	
L2	NB	588	861	774	681	1275	
	M	201	244	330	292	337	
	%	34,18	28,34	42,64	42,88	26,43	
L3	NB	534	582	609	533	820	
	M	367	447	461	396	542	
	%	68,73	76,80	75,70	74,30	66,10	
PN	NB	63	65	67	58	98	
	M	39	35	41	36	57	
	%	61,90	53,85	61,19	62,07	58,16	
CHRY	NB	119	142	108	102	154	
	M	29	22	36	33	36	
	%	24,37	15,49	33,33	32,35	23,38	
Total	NB	1579	1942	1881	1698	2931	10031
	M	680	782	931	833	1071	4297
	%	15,82	18,20	21,67	19,39	24,92	100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

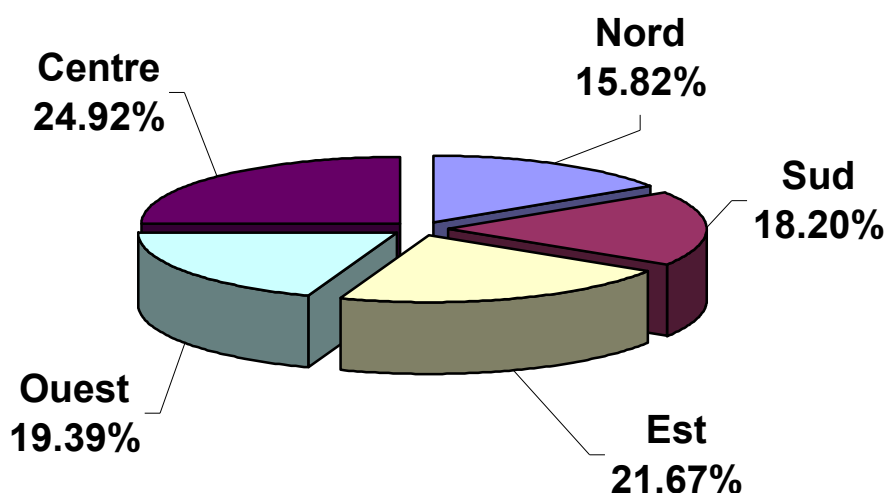


Fig n°21 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

b. Analyse de la variance

- Facteur orientation

Dans le but de voir l'effet de l'exposition des rameaux sur la distribution des individus morts de *P. citrella* sur l'arbre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont reportés au tableau n° 46.

Tableau n°46 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	Niveau P
1	4	119.9638	920	99.79330	1.202123	.308313

1 : facteur orientation avec 5 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau n° 46 montre des résultats non significatifs. Ceci nous amène à dire que sur le citronnier l'orientation n'a aucun effet sur la distribution des individus morts sur l'arbre. Toutefois les moyennes en nombre d'individus sont de 3.675676, 4.227027, 5.032433, 4.502703, 5.789189 respectivement pour le nord, sud, est ouest et le centre (tableau n° 47).

Tableau n°47 : Les moyennes

Orientations	Nombre
N	3.675676
S	4.227027
E	5.032433
O	4.502703
C	5.789189

- Facteur stade

Dans le but de voir si le nombre d'individus morts diffère d'un stade biologique à un autre, nous avons fait une analyse de la variance dont les résultats sont présentés dans le tableau ci dessous.

Tableau n° 48 : Résultats de l'analyse de la variance.

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	Niveau P
1	4*	4517.837*	920*	80.67211*	56.00246*	0.00*

1 : facteur stade avec 5 niveaux.

Dl : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau n°48 montre des résultats très hautement significatifs pour le facteur stade avec $P= 0,00$, donc le taux de mortalité diffère d'un stade de développement à un autre.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n°49 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Stade	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
	1.708108	7.589189	11.96216	1.124324	.8432432
L1 {1}		.000009*	.000022*	.531899	.623759
L2 {2}	.000009*		.000012*	.000022*	.000008*
L3 {3}	.000022*	.000012*		.000008*	.000017*
PN {4}	.531899	.000022*	.000008*		.763438
CHRY {5}	.623759	.000008*	.000017*	.763438	

Légende :

L1 et 1 : Premier stade larvaire

L2 et 2 : Deuxième stade larvaire

L3 et 3 : Troisième stade larvaire

PN et 4 : Prénympe

CHRY et 5 : Chrysalide.

De ce test nous dégageons trois groupes homogènes :

- Le premier groupe formé par le premier stade larvaire, la prénympe et la chrysalide avec une plus faible moyenne de 0,84324.
- Le deuxième groupe englobant le deuxième stade larvaire avec une moyenne de 7.58919.
- Le troisième groupe formé par le troisième stade larvaire avec une moyenne maximale de 11.96216. (tableau n° 50)

Tableau n°50 : les moyennes.

Stade	Nombre
L1	1.70811
L2	7.58919
L3	11.96216
PN	1.12432
CHRY	.84324

c. Discussion

Les résultats obtenus montrent que le taux de mortalité de *P. citrella* ne diffère pas d'une orientation à une autre. Le deuxième et le troisième stade larvaire sont les plus vulnérables.

d. Conclusion

Sur le citronnier, la mortalité frappe la mineuse au niveau de toutes les orientations.

III-4-2-3 Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire

a. Résultats

Les résultats sont consignés dans le tableau n°51 et illustrés par la figure n°22.

Tableau n° 51 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Faces		Face inférieure	Face supérieure	Total
Stades				
L1	NB	1020	778	
	M	179	137	
	%	17,55	17,61	
L2	NB	2398	1781	
	M	703	701	
	%	29,32	39,36	
L3	NB	1629	1449	
	M	1090	1123	
	%	66,91	77,50	
PN	NB	170	181	
	M	91	117	
	%	53,53	64,64	
CHRY	NB	339	286	
	M	76	80	
	%	22,42	27,97	
Total	NB	5556	4475	10031
	M	2139	2158	4297
	%	49,78	50,22	100

Légende :

NB : individus vivants, morts et parasités.

M : individus morts.

% : pourcentage de mortalité.

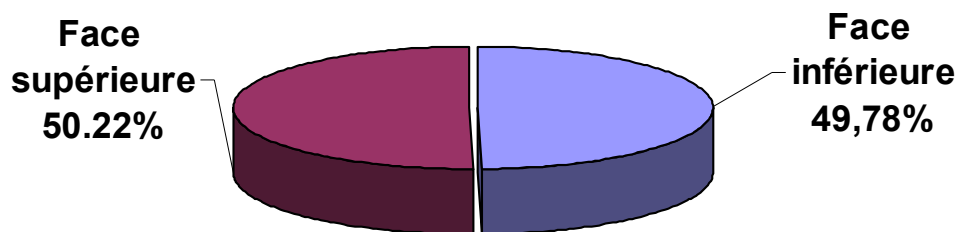
L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : prénymphe.

CHRY : chrysalide.



Fi
g.
n°
22
M
ort
ali
té

des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

b. Analyse de la variance

- Facteur face foliaire

Tableau n° 52 : Résultats de l'analyse de la variance pour la mortalité des populations de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

Effet	DI Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	Niveau P
1	1	.975676	368	531.1977	.001837	.965839

1 : facteur face foliaire avec 2 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

D'après le tableau n° 52, nous constatons que les résultats ne sont pas significatifs pour le facteur face foliaire (probabilité supérieure au seuil de 5% qui est le seuil d'erreur retenu). La moyenne en nombre d'individus morts est de 11.56216 pour la face inférieure et de 11.66486 pour la face supérieure (tableau53)

Tableau n°53 : Les moyennes.

Face	Nombre
FI	11.56216
FS	11.66486

Légende :

FI : face inférieure.

FS : face supérieure.

- Facteur stade

Tableau n°54 : Résultats de l'analyse de la variance

Effet	DI Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	4*	11281.05*	365*	411.9384*	27.38528*	.000000*

1 : facteur stade avec 5 niveaux.

DI : degrés de liberté.

DL erreur : degrés de liberté des écarts.

MC effet : carré moyen

MC erreur : moyenne des carrés des erreurs (écarts)

F : F observé.

P : probabilité.

Le tableau ci dessus montre des résultats très hautement significatifs avec P= 0,0000. Ceci nous permet de dire que le taux de mortalité diffère d'un stade de développement à un autre.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% fait ressortir les résultats suivants :

Tableau n° 55 : Résultats du test de Newman-Keuls.

Stade	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
	4.270270	18.97297	29.89189	2.824324	2.108108
L1 {1}		.000019*	.000022*	.664765	.793506
L2 {2}	.000019*		.001071*	.000025*	.000010*
L3 {3}	.000022*	.001071*		.000008*	.000017*
PN {4}	.664765	.000025*	.000008*		.830058
CHRY {5}	.793506	.000010*	.000017*	.830058	

Légende :

L1 et 1 : Premier stade larvaire

L2 et 2 : Deuxième stade larvaire

L3 et 3 : Troisième stade larvaire

PN et 4 : Prénympe

CHRY et 5 : Chrysalide.

Du tableau ci dessus nous dégageons trois groupes homogènes :

- Un groupe formé par le premier stade larvaire, la prénympe et la chrysalide avec une moyenne variant entre 2.10811 et 4.27027.

- Un groupe formé par le deuxième stade larvaire avec une moyenne de 18.97297.

- Un groupe formé par le troisième stade larvaire avec une moyenne de 29.89189 (tableau n°56).

Tableau n° 56 : Les moyennes.

Stade	Nombre
L1	4.27027
L2	18.97297
L3	29.89189
PN	2.82432
CHRY	2.10811

c. Discussion

L'analyse des résultats a montré que la mortalité des différents stades de *P. citrella* a lieu sur les deux faces foliaires. Le taux de mortalité enregistré est de 49,78% et 50,22 % respectivement pour la face inférieure et la face supérieure (Fig n°22). Nous avons noté également une forte mortalité au sein de la population larvaire.

d. Conclusion

De cette étude, il ressort que les facteurs opérant dans la mortalité de ce ravageur sont ressentis sur les deux faces foliaires.

III-4-2-4 Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons

a. Résultats

En se référant au tableau n°57 et à la figure n°23, nous pouvons avoir une idée sur le taux de mortalité relevé à chaque saison au sein de la population de *P. citrella*.

Tableau n°57 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

Stades	Saisons	Eté 2000	Automne 2000	Hiver 2001	Printemps 2001	Début de l'été 2001	Total	
L1	NB	649	894	198	45	12	10031	
	M	234	54	24	4	0		
	%	36,06	6,04	12,12	8,89	0,00		
L2	NB	1159	1866	624	429	101		
	M	642	418	162	147	35		
	%	55,39	22,40	25,96	34,27	34,65		
L3	NB	1920	718	131	237	72		
	M	1548	406	90	125	44		
	%	80,63	56,55	68,70	52,74	61,11		
PN	NB	213	87	14	30	7		
	M	142	40	11	10	5		
	%	66,67	45,98	78,57	33,33	71,43		
CHRY	NB	385	78	8	121	33		
	M	104	20	2	26	4		
	%	27,01	25,64	25,00	21,49	12,12		
Total	NB	4326	3643	975	862	225		10031
	M	2670	938	289	312	88		4297
	%	62,13	21,83	6,73	7,26	2,05		100

Légende :

NB : Individus vivants, morts et parasités.

M : Individus morts.

% : Pourcentage de mortalité.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

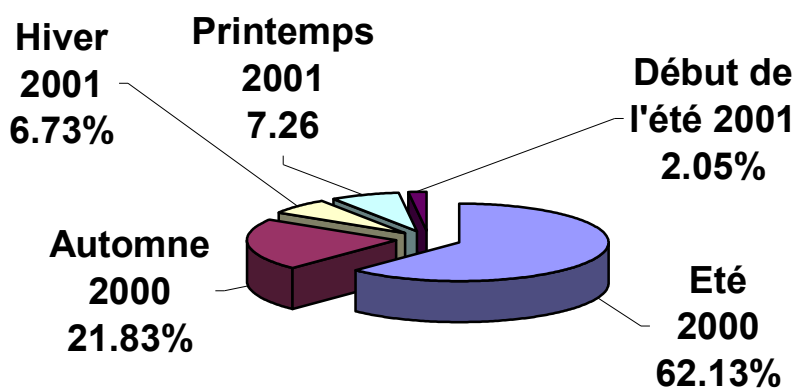


Fig.n°23 : Mortalité des populations de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

b. Discussion

En été (2000), les fortes chaleurs associées à la compétition spatiale ont engendré la mortalité de plus de 50% de la population de la mineuse.

En automne (2000), la mortalité est moins importante par rapport à la saison estivale en raison des conditions climatiques relativement favorables.

En hiver et au printemps, la mortalité est faible par rapport aux autres saisons

c. Conclusion

La mortalité au sein de la population de *P. citrella* a montré une variation saisonnière très importante. Cette mortalité a touché une fraction importante du ravageur en été.

CHAPITRE IV

Etude du complexe parasitaire de *Phyllocnistis citrella*

IV - 1 Inventaire et étude du complexe parasitaire

IV-1-1 Inventaire

Notre expérimentation a été réalisée trois ans après le lâcher par les services de protection des végétaux de l'auxiliaire exotique *Semiolachar petiolatus*.

L'inventaire des ennemis naturels révèle la présence de trois parasitoïdes Hyménoptères appartenant à la famille des *Eulophidae*. Il s'agit de : *Pnigalio mediterraneus*, *Cirrospilus pictus* (espèces autochtones) et *Semiolachar petiolatus* (espèce exotique) (Fig n°24).

Ces parasites s'attaquent uniquement au troisième stade larvaire, à la prénymphe et à la chrysalide de la mineuse des feuilles des agrumes.

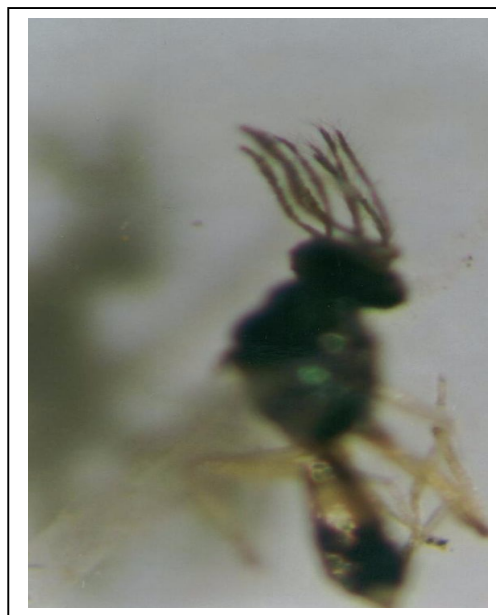
Les parasites locaux retrouvés dans notre milieu d'étude sont également recensés dans les vergers de la Mitidja (DOUMANDJI-MITICHE et al, 1999 a).

Les Hyménoptères récoltés dans la région de Rouiba (à l'est d'Alger) comportaient *Cirrospilus pictus*, *Pnigalio mediterraneus*, *Cirrospilus vittatus* et *Semiolachar petiolatus* (SAHRAOUI et al, 2001).

A l'ouest du pays, l'élevage et le lâcher du parasitoïde *Ageniaspis citricola* ont été réalisés pour renforcer l'action des espèces autochtones (BERKANI et MOUATES, 1998).



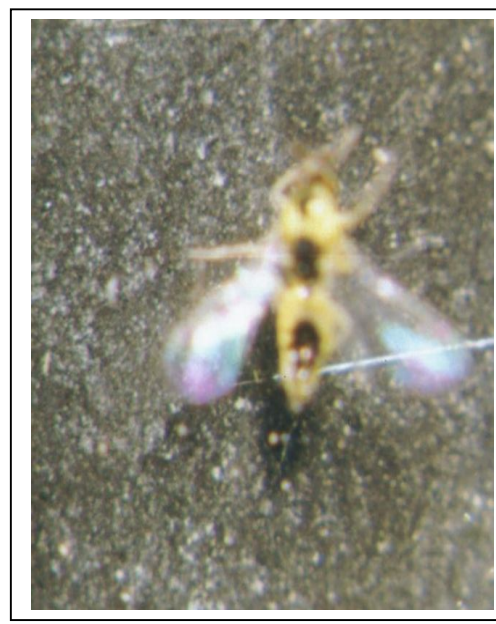
Pnigalio mediterraneus (nymph)
GR x 2



Pnigalio mediterraneus (mâle)
GR x 2,5



Semielacher petiolattus
GR x 2



Cirrospilus pictus
GR x 1,6

Fig n° 24: les espèces de parasites recensées sur oranger et citronnier à Relizane **Original**

IV-1-2 Incidence parasitaire

IV-1-2-1 Sur l'oranger

IV-1-2-1-1 Evolution de l'incidence parasitaire et taux de parasitisme global

a. Résultats

Les résultats consignés dans le tableau n°58 et illustrés par les figures n° 25, 26 et 27 permettent d'étudier l'impact du complexe parasitaire sur la mineuse.

Tableau n°58 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire de *P. citrella* sur oranger.

Dates	N	N'	PP	PN (%)	PN' (%)
4/7/2000	454	89	5	1,1	5,62
14/7/2000	131	108	9	6,87	8,33
24/7/2000	125	76	8	6,4	10,53
03/8/2000	581	73	5	0,86	6,85
13/8/2000	697	146	1	0,14	0,68
23/8/2000	1077	201	23	2,14	11,44
02/9/2000	342	29	0	0	0
12/9/2000	214	101	3	1,4	2,97
22/9/2000	262	99	4	1,53	4,04
2/10/2000	421	180	6	1,43	3,33
12/10/2000	657	283	17	2,59	6,01
22/10/2000	520	264	54	10,38	20,45
1/11/2000	485	205	29	5,98	14,15
11/11/2000	134	125	16	11,94	12,8
21/11/2000	272	128	13	4,78	10,16
1/12/2000	94	78	3	3,19	3,85
11/12/2000	93	73	4	4,3	5,48
21/12/2000	92	80	0	0	0
31/12/2000	55	54	2	3,64	3,7
10/01/2001	42	35	2	4,76	5,71
20/01/2001	76	59	0	0	0
9/02/2001	11	7	0	0	0
19/02/2001	7	6	0	0	0
1/03/2001	24	8	0	0	0
11/03/2001	1	1	0	0	0
21/03/2001	3	3	0	0	0
31/03/2001	0	0	0	-	-
10/04/2001	4	0	0	0	-
20/04/2001	11	5	2	18,18	40
30/04/2001	9	8	6	66,67	75
10/05/2001	118	39	1	0,85	2,56
20/05/2001	147	79	15	10,2	18,99
30/05/2001	388	161	14	3,61	8,7
9/06/2001	284	150	14	4,93	9,33
19/06/2001	419	146	15	3,58	10,27
29/06/2001	315	105	11	3,49	10,48
9/07/2001	44	35	5	11,36	14,29
Total	8609	3239	287	3,33	8,86

Légende:

N : Individus vivants, morts et parasités (population globale: de l'œuf à la chrysalide).

N' : Individus vivants, morts et parasités (population hôte potentielle : L3, prénymphe et Chrysalides)

PP: Individus parasités.

PN: Taux de parasitisme par rapport à la population N.

PN': Taux de parasitisme par rapport à la population N'.

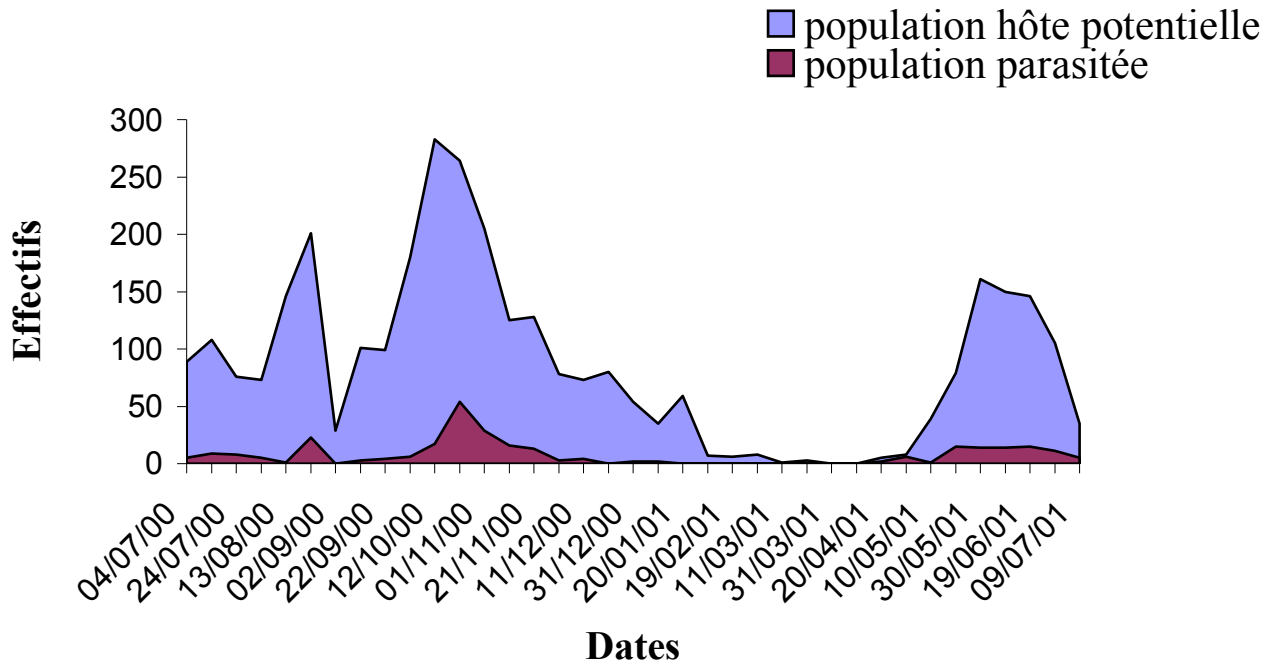


Fig n°25 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur oranger.

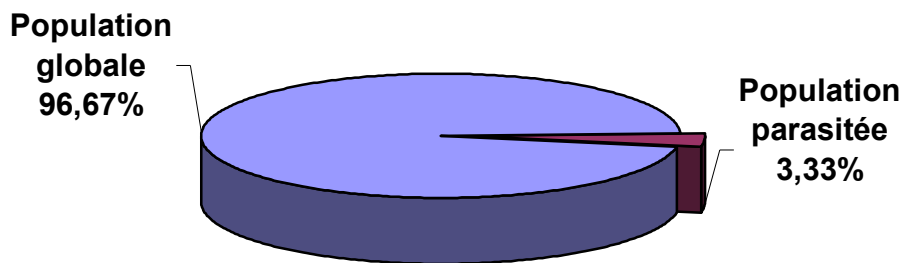


Fig.n° 26: Taux de parasitisme vis à vis de la population globale de *P.citrella* sur oranger.

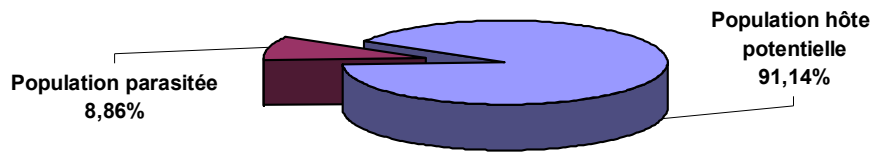


Fig n° 27 : Taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle de *P.citrella* sur oranger.

b. Discussion

La population parasitée est faible par rapport à la population hôte potentielle. En conséquence le complexe parasitaire a une faible influence sur le contrôle des populations de *P. citrella* (Fig. n°25).

En analysant le tableau n° 58, nous constatons qu'en été, la mineuse s'est fortement multipliée alors que le taux de parasitisme maximal vis à vis de la population globale n'a atteint que 6,87% à la deuxième décennie du mois de juillet. Ceci est attribué à la forte chaleur qui n'a pas permis aux parasites d'avoir une action régulatrice importante.

En période automnale, nous assistons à deux pics d'activité parasitaire, l'un enregistré à la troisième décennie du mois d'octobre et l'autre à la première décennie du mois de novembre avec respectivement des taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle de l'ordre de 20,45% et 14,15%. A Staouéli, le taux de parasitisme maximal de l'ordre de 38,19% a été obtenu à la fin du mois d'octobre (ZOUAOUI, 1997).

Cette activité parasitaire coïncide avec la pullulation du ravageur qui s'est développé sur la poussée d'automne.

L'activité parasitaire devient nulle à partir du 20/01/2001 jusqu'à la première décennie du mois d'avril. Ceci revient à la rareté de la mineuse liée au manque de jeunes pousses et aux conditions climatiques défavorables.

Nous avons observé un démarrage d'activité parasitaire à la deuxième décennie du mois d'avril où nous avons noté un taux de 18,18%.

Globalement l'activité parasitaire demeure faible du mois de mai jusqu'à la fin de notre expérimentation en raison des fortes infestations et des chaleurs élevées.

Au cours de cette période, le taux de parasitisme vis à vis de la population globale a varié entre 0,85% (10 mai) et 11,36% (9 juillet).

Le taux de parasitisme par rapport à la population globale est de 3,33% (Fig n° 26). Il est de 8,86% par rapport à la population hôte potentielle. (Fig. n° 27). Ces taux restent faibles. En effet dans la région de Staouéli l'action des parasites autochtones à elle seule a aboutit à un taux de 8,63% par rapport à la population globale et de 19,72% par rapport à la population hôte potentielle. (ZOUAOU, 1997).

DOUMANDJI-MITICHE et al (1999 c) rapportent que le taux de parasitisme vis à vis de la population globale est de 3,70%, 5,19% et de 10,39% respectivement pour l'année 1996, 1997 et 1998.

En Tunisie, 8 espèces parasitant *P. citrella* ont été inventoriées et le taux de parasitisme par rapport à la population hôte potentielle a atteint 50% (CHERMITI et al, 1999).

c. Conclusion

Les parasites inventoriés sont aussi signalés dans d'autres régions agrumicoles du pays. Dans ces régions le taux de parasitisme est élevé par rapport à celui enregistré dans notre milieu d'étude. Nous pouvons conclure que les conditions climatiques sont responsables de cette variation.

IV 1-2-1-2 Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella*

a. Résultats

Les résultats sont représentés dans le tableau ci dessous et illustrés par la figure n° 28.

Tableau n° 59 : Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella* sur oranger.

Stades	VMP	PP	%	Taux de parasitisme comparé (%)
Oeufs	2295	0	0	0
L1	1328	0	0	0
L2	1747	0	0	0
L3	2152	114	5,30	39,72
PN	349	83	23,78	28,92
CHRY	738	90	12,20	31,36
Total	8609	287	3,33	100

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.

PP : Population parasitée.

% : Taux de parasitisme de chaque stade par rapport à la population globale.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

PN : Prénympe.

CHRY : Chrysalide.

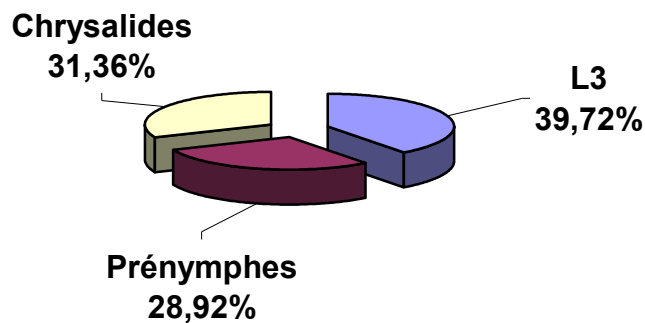


Fig n° 28 : Taux de parasitisme comparé dans les populations hôtes potentielles de *P. citrella* sur oranger.

b. Discussion

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que l'action du cortège parasitaire est plus ressentie chez le troisième stade larvaire (L3) où le taux de parasitisme est de 39,72%. Les chrysalides sont parasitées à 31,36% et les prénymphes à 28,92% (Fig n° 28).

Nous pensons que l'impact des parasites sur la population hôte potentielle est variable selon les régions. En effet au Mexique le stade L3 est parasité à 66%, la prénympe à 17% et la chrysalide à 10,6% (PERALES-GUTIERREZ, 1996).

Sur oranger, les larves du troisième stade sont parasitées à 56% en 1996, à 82% en 1997 et à 78% en 1998. les prénymphes et les chrysalides sont respectivement parasitées à 29% et 15% en 1996, à 15% et 3% en 1997 et à 7% et 11% en 1998 (DOUMANDJI- MITICHE et al, 1999 b).

c. Conclusion

Les espèces de parasites recensés ont affecté les stades âgés de la mineuse, le troisième stade larvaire, les prénymphes et les chrysalides.

IV -1-2-1-3 Taux de parasitisme suivant les orientations

a. Résultats

Les résultats du taux de parasitisme suivant les orientations sont dressés dans le tableau n°60 et illustrés par la figure n°29.

Tableau n° 60 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

Orientations	VMP	Individus parasités	P (%)	P' (%)
Nord	1336	49	3,67	17,07
Sud	1409	45	3,19	15,68
Est	1303	45	3,45	15,68
Ouest	1252	38	3,04	13,24
Centre	3309	110	3,32	38,33
Total	8609	287	3,33	100

Légende :

P: Taux de parasitisme par orientation.

P' : Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

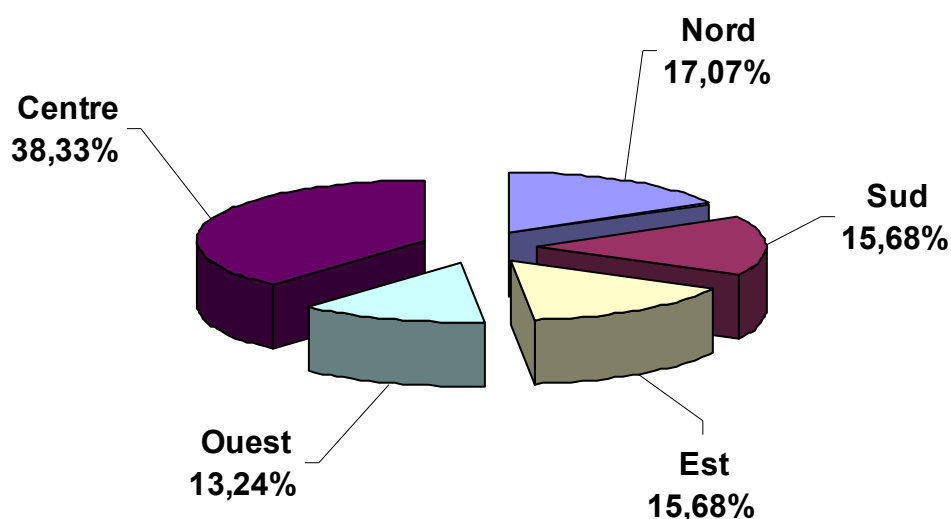


Fig n° 29 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur oranger.

b. Discussion

L'activité parasitaire est mieux ressentie au centre où nous avons noté un taux de parasitisme de l'ordre de 38,33%.

Cette orientation semble offrir aux parasites et à leurs hôtes des conditions micro climatiques favorables.

Le taux de parasitisme est de 17,07 % au nord, de 15,68% au sud et à l'est et de 13,24% à l'ouest (Fig n° 29).

c. Conclusion

Les parasites se localisent au centre de l'arbre où on note une pullulation du ravageur.

IV-1-2-1-4 Taux de parasitisme suivant la face foliaire

a. Résultats

Les résultats obtenus après étude de la distribution de la population parasitée sur les deux faces foliaires sont regroupés dans le tableau n° 61 et illustrés par la figure n°30.

Tableau n° 61 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

Face foliaire	VMP	Individus parasités	P (%)	P' (%)
Face inférieure	5104	201	3,94	70,03
Face supérieure	3505	86	2,45	29,97
Total	8609	287	3,33	100

Légende :

P: Taux de parasitisme par face foliaire.

P': Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

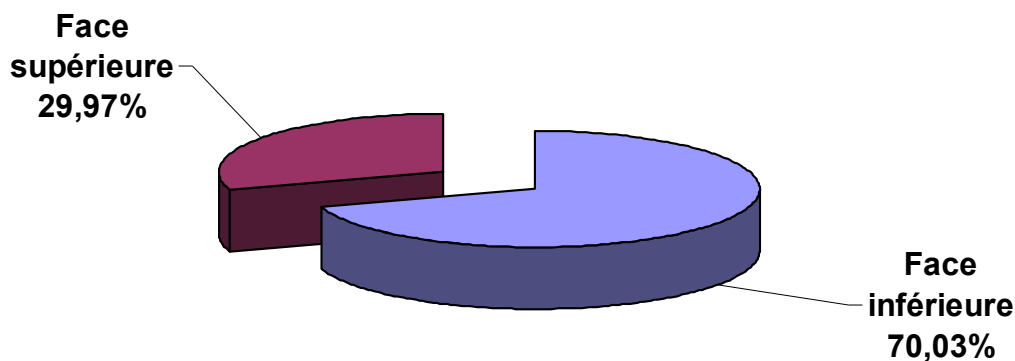


Fig n° 30 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur oranger.

b. Discussion

Contrairement aux résultats obtenus par ZOUAOUI (1997) qui montrent que les parasites sont répartis presque équitablement entre les deux faces foliaires de l'oranger (46, 41% à la face inférieure et 53, 59% à la face supérieure), nous avons enregistré un taux de parasitisme de 70,03% et 29,97% respectivement sur la face inférieure et supérieure de la feuille (Fig n° 30).

Les parasites ont tendance à rechercher leurs hôtes (L3, prénymphe et chrysalides) qui se localisent selon l'étude portant sur la répartition des stades de *P. citrella* suivant la face foliaire à la face inférieure.

c. Conclusion

Nous pouvons conclure que les parasites sont actifs à la face inférieure où la population hôte potentielle est importante.

IV-1-2-1-5 Taux de parasitisme suivant les saisons

a. Résultats

Les résultats du taux de parasitisme relevé à chaque saison sont regroupés dans le tableau n° 62 et illustrés par la figure n° 31.

Tableau n° 62 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

Saisons	VMP	Individus parasités	P (%)	P' (%)
Eté 2000	3883	58	1,49	20,21
Automne 2000	2768	142	5,13	49,48
Hiver 2001	219	4	1,83	1,39
Printemps 2001	1380	67	4,86	23,34
Début de l'été 2001	359	16	4,46	5,57
Total	8609	287	3,33	100

Légende :

P: Taux de parasitisme par saison.

P': Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

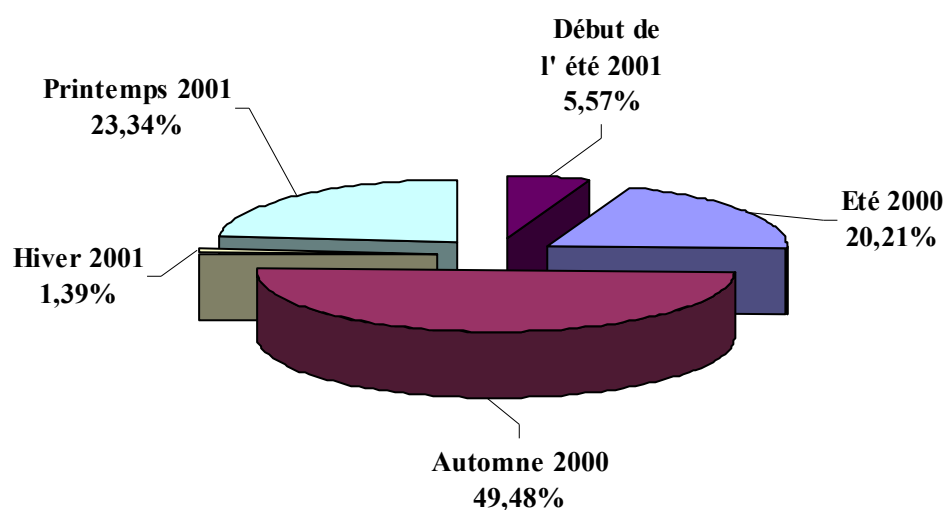


Fig. n° 31: Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur oranger.

b. Discussion

Le taux de parasitisme enregistré à l'automne (2000) de l'ordre de 49,48% (Fig n° 31), nous laisse déduire que les parasites interviennent dans la régulation à la saison où *P. citrella* présente un maximum de population hôte potentielle. A cet effet URBANEJA et al (2000) indiquent que l'activité parasitaire se rapporte à la densité de l'hôte. RACHEF et OUAMER (1996) rapportent que l'activité parasitaire est observée au cours du mois de septembre et octobre.

TIRADO et al (1996) affirment qu'en Espagne, les parasites réapparaissent à la mi-septembre pour atteindre un taux de 70% à la fin de novembre.

Au printemps, les parasites enravent les populations issues de la reprise de l'activité de la mineuse avec un taux de parasitisme de 23,34%.

En été (2000), le taux de parasitisme est de l'ordre de 20,21%. Il est faible par rapport à celui obtenu en automne (2000). Il est très probable que la chaleur estivale a contribué dans la régression de l'action des parasites sur la population assez importante de la mineuse.

En hiver, en raison des conditions climatiques défavorables et de l'absence de l'hôte, le taux de parasitisme est de 1,39% (tableau n° 62).

c. Conclusion

Nous pouvons conclure que la moitié de la population de *P. citrella* est parasitée à la saison automnale. L'activité parasitaire est moyennement importante au printemps et en été (2000) et négligeable en hiver.

IV-1-2-2 Sur le citronnier

IV-1-2-2 -1 Evolution de l'incidence parasitaire et taux de parasitisme global

a. Résultats

Les résultats obtenus sur l'étude de l'incidence parasitaire sont regroupés dans le tableau n° 63 et illustrés par les figures n° 32, 33 et 34.

Tableau n° 63 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire de *P. citrella* sur citronnier.

Dates	N	N'	PP	PN (%)	PN' (%)
04/07/2000	702	358	29	4,13	8,1
14/07/2000	696	309	22	3,16	7,11
24/07/2000	437	310	40	9,15	12,9
03/08/2000	238	184	13	5,46	7,06
13/08/2000	367	92	2	0,54	2,17
23/08/2000	962	225	12	1,24	5,33
02/09/2000	1010	470	32	3,16	6,81
12/09/2000	425	346	39	9,17	11,27
22/09/2000	274	224	5	1,82	2,23
02/10/2000	191	98	4	2,09	4,08
12/10/2000	382	59	3	0,78	5,08
22/10/2000	876	117	3	0,34	2,56
01/11/2000	464	218	30	6,47	13,76
11/11/2000	248	49	0	0,00	0,00
21/11/2000	567	103	13	2,29	12,62
01/12/2000	1294	114	3	0,23	2,63
11/12/2000	965	90	9	0,93	10,00
21/12/2000	419	35	8	1,91	22,86
31/12/2000	80	12	0	0,00	0,00
10/01/2001	116	13	2	1,72	15,38
20/01/2001	1067	63	3	0,28	4,76
09/02/2001	142	22	3	2,11	13,64
19/02/2001	67	9	1	1,49	11,11
01/03/2001	75	19	2	2,67	10,53
11/03/2001	14	12	0	0,00	0,00
21/03/2001	3	3	2	66,67	66,67
31/03/2001	8	5	0	0,00	0,00
10/04/2001	12	11	3	25,00	27,27
20/04/2001	42	19	7	16,67	36,84
30/04/2001	31	22	6	19,35	27,27
10/05/2001	81	29	5	6,17	17,24
20/05/2001	200	56	2	1,00	3,57
30/05/2001	165	58	4	2,42	6,90
09/06/2001	266	106	7	2,63	6,60
19/06/2001	131	82	13	9,92	15,85
29/06/2001	75	35	3	4,00	8,57
09/07/2001	163	77	4	2,45	5,19
Total	13255	4054	334	2,52	8,24

Légende :

N : Individus vivants, morts et parasités (population globale : de l'œuf à la chrysalide).

N' : Individus vivants, morts et parasités (population hôte potentielle : L3, Prénympe et chrysalide)

PP : Individus parasités.

PN : Taux de parasitisme par rapport à la population N.

PN' : Taux de parasitisme par rapport à la population N'.

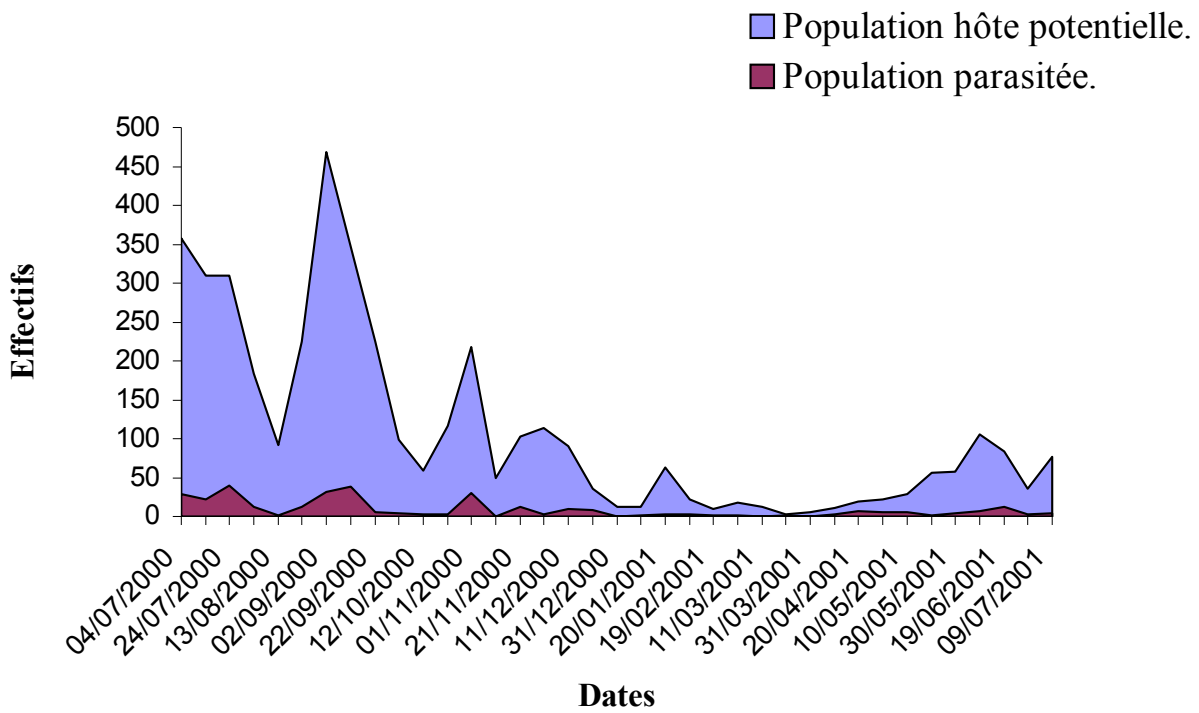


Fig. n° 32 : Evolution de l'incidence du complexe parasitaire vis à vis de la population hôte potentielle de *P. citrella* sur citronnier.

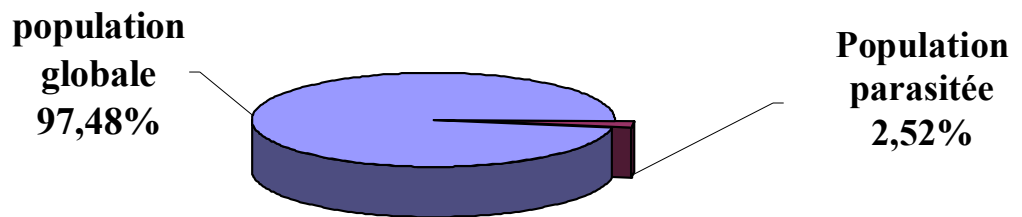


Fig. n° 33 : Taux de parasitisme vis à vis de la population globale de *P. citrella* sur citronnier.

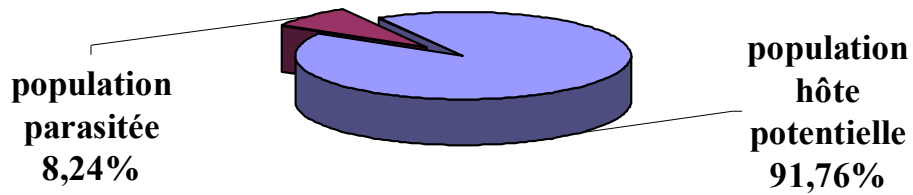


Fig.n° 34 : Taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle de *P.citrella* sur citronnier.

b. Discussion

L'examen de la courbe illustrant l'évolution de l'incidence parasitaire montre une faible activité parasitaire comparée à la population hôte potentielle de *P. citrella* (Fig n°32).

L'examen des résultats du tableau n°63 montre qu'à partir du mois de juillet jusqu'à la deuxième décade du mois de mars, l'activité parasitaire reste faible malgré les fortes infestations de *P. citrella*.

Durant cette période, le taux de parasitisme vis à vis de la population globale oscillait entre 0% et 9,17 %. BAUTISTA-MARTINEZ (1998) rapporte que le faible niveau de parasitisme constaté au cours du mois d'août et de septembre est du probablement à l'évolution des parasites sur d'autres espèces de mineuses.

L'activité parasitaire reprend ensuite en avril puis s'abaisse entre mai et juillet où le taux maximal vis à vis de la population globale est de 9,92%.

En Espagne, le taux de parasitisme entre mai et juillet est de 10 % pour l'espèce *Pnigalio sp* (COSTA- COMELLES et al, 1997).

Le taux de parasitisme par rapport à la population globale est très faible. Il est de 2,52 % (Fig n°33). DOUMANDJI - MITICHE et al (1999 b) rapportent que sur citronnier (variété Eureka), le taux de parasitisme global est de 5,53%, 10,97% et 8,70% respectivement pour l'année 1996, 1997 et 1998.

Le taux de parasitisme vis à vis de la population hôte potentielle enregistré au cours de notre expérimentation est de 8,24% (Fig n°34).

c. Conclusion

L'activité des parasites sur citronnier est faible. Ceci nous amène à penser que l'espèce exotique n'a pas pu s'acclimater dans cette région agrumicole pour pouvoir renforcer l'action régulatrice des espèces autochtones.

IV-1-2-2-2 Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella*

a. Résultats

Les résultats du taux de parasitisme enregistré chez les stades réceptifs de la mineuse sont apportés par le tableau n° 64 et illustrés par la figure n° 35.

Tableau n° 64 : Taux de parasitisme comparé dans les populations de *P. citrella* sur citronnier.

Stades	VMP	PP	%	Taux de parasitisme comparé (%)
Oeufs	3224	0	0,00	0,00
L1	1798	0	0,00	0,00
L2	4179	0	0,00	0,00
L3	3078	198	6,43	59,28
PN	351	59	16,81	17,66
CHRY	625	77	12,32	23,05
Total	13255	334	2,52	100,00

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.

PP : population parasitée.

% : Taux de parasitisme de chaque stade par rapport à la population globale.

L1 : Premier stade larvaire.

PN : Prénympe.

L2 : Deuxième stade larvaire.

CHRY : Chrysalide.

L3 : Troisième stade larvaire.

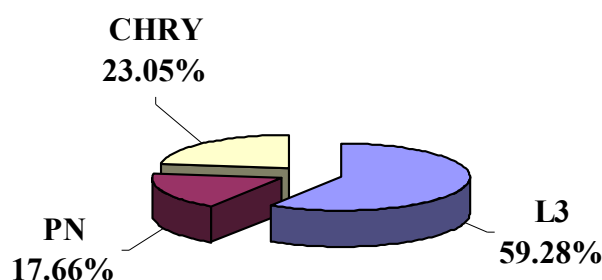


Fig n°35 : Taux de parasitisme comparé dans les populations hôtes potentielles de *P.citrella* sur citronnier.

b. Discussion

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le taux de parasitisme le plus élevé est enregistré chez le troisième stade larvaire (L3). En effet sur un effectif de 334 individus parasités, nous retrouvons 198 larves du troisième stade soit un taux de 59,28 % (tableau n°64).

Les prénymphe et les chrysalides sont parasitées respectivement à 17,66% et 23,05% (Fig n°35). Le taux de parasitisme enregistré chez les chrysalides est deux fois et demi plus important que celui obtenu par CALECA et al (1996). Selon ces auteurs les Eulophides parasitent les chrysalides à 9,2%.

Sur le citronnier, les taux de parasitisme sur les prénymphe ont été de 15,78% en 1996, 38,90% en 1997 et de 28,66% en 1998. Ils ont oscillé entre 12,45% et 22,24% sur le stade L3 et n'ont jamais dépassé 8% sur les chrysalides (SAHRAOUI et al, 2001).

c. Conclusion

Les Eulophides recensés affectent les stades âgés de la mineuse. Ils sont plus actifs sur le troisième stade larvaire que sur les prénymphe et les chrysalides.

IV-1-2-2-3 Taux de parasitisme suivant les orientations

a. Résultats

Dans le tableau n°65 sont représentés les résultats du taux de parasitisme suivant les orientations. Ils sont illustrés par la figure n° 36.

Tableau n° 65 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les orientations sur citronnier.

Orientations	VMP	Individus Parasités	P (%)	P' (%)
Nord	1921	65	3,38	19,46
Sud	2384	64	2,68	19,16
Est	2422	58	2,39	17,37
Ouest	2167	52	2,40	15,57
Centre	4361	95	2,18	28,44
Total	13255	334	2,52	100,00

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.

P : Taux de parasitisme par orientation.

P' : Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

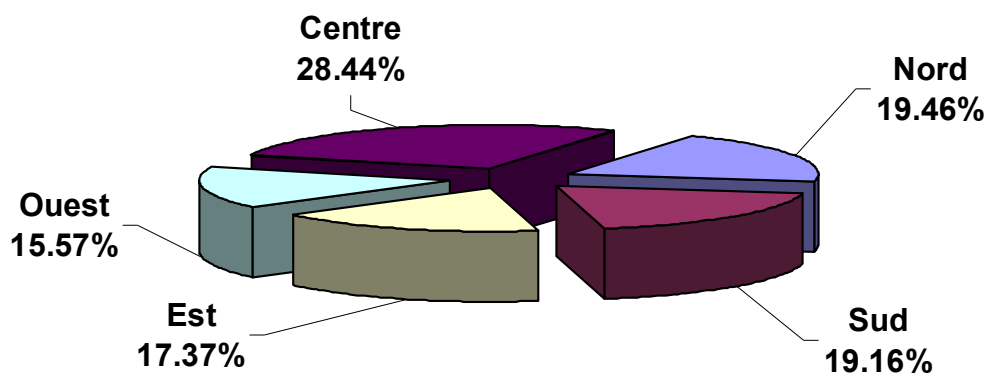


Fig n°36 : Taux de parasitisme de *P.citrella* suivant les orientations sur citronnier.

b. Discussion

De cette étude il ressort que les parasites sont beaucoup plus localisés au centre de l'arbre avec un pourcentage de 28,44 % alors que l'orientation la moins affectée est celle de l'ouest avec 15,57% (Fig n°40).

Il semblerait que le centre offre aux parasites des conditions micro climatiques favorables à leur développement.

D'après les travaux réalisés à Staouéli par ZOUAOUI (1997), les parasites se multiplient beaucoup plus à l'orientation est (22,19%) qui est la partie la plus ensoleillée de l'arbre.

b. Conclusion

Les parasites sont localisés au centre là où les effectifs du ravageur sont importants.

IV-1-2-2-4 Taux de parasitisme suivant la face foliaire

a. Résultats

Les résultats de la distribution des individus parasités de *P. citrella* sur les deux faces foliaires sont mentionnés dans le tableau n°66 et illustrés par la figure n°37.

Tableau n° 66 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur le citronnier.

Face foliaire	VMP	PP	P (%)	P' (%)
Face inférieure	7397	157	2,12	47,01
Face supérieure	5858	177	3,02	52,99
Total	13255	334	2,52	100,00

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.

PP : Individus parasités.

P : Taux de parasitisme par face foliaire.

P' : Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

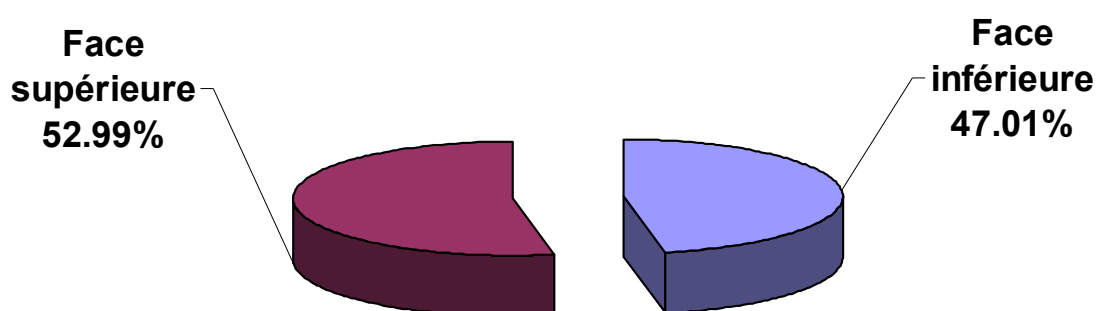


Fig n° 37 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant la face foliaire sur citronnier.

b. Discussion

D'après la figure n° 37 nous remarquons que les parasites sont actifs sur les deux faces de la feuille. Ces derniers ayant trouvé l'hôte *P. citrella* au stade réceptif peuvent jouer un rôle de régulateur.

ZOUAOUI (1997) a enregistré un taux de parasitisme de 55,69% sur la face inférieure et 44,31% sur la face supérieure. Cet auteur rapporte que les parasites sont localisés là où le stade hôte est plus abondant et cela en fonction de la période de l'année.

c. Conclusion

Les parasites recherchent leur hôte sur les deux faces de la feuille.

IV-1-2-2-5 Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons

a. Résultats

Les résultats de l'action des parasites à chaque saison de l'année sont représentés au tableau n°67 et illustrés par la figure n°38.

Tableau n° 67 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

Saisons	VMP	Individus Parasités	P (%)	P' (%)
Été 2000	5111	194	3,80	58,08
Automne 2000	5406	73	1,35	21,86
Hiver 2001	1564	13	0,83	3,89
Printemps 2001	936	47	5,02	14,07
Début de l'été 2001	238	7	2,94	2,10
Total	13255	334	2,52	100,00

Légende :

VMP : Individus vivants, morts et parasités.

P : Taux de parasitisme par saison.

P' : Taux de parasitisme relatif à la population totale parasitée.

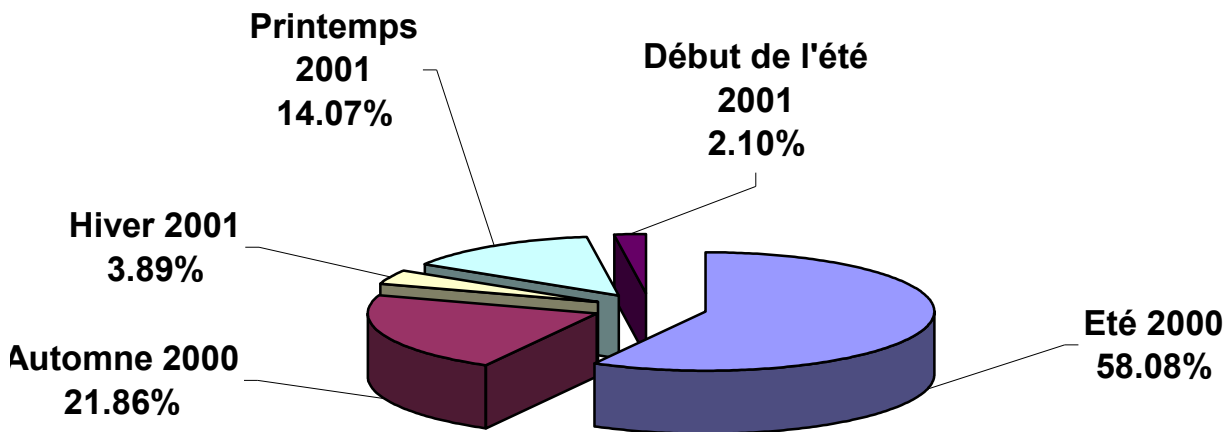


Fig n° 38 : Taux de parasitisme de *P. citrella* suivant les saisons sur citronnier.

b. Discussion

Les résultats obtenus montrent que les parasites régulent la population de *P. citrella* à des taux de 58,08%, 21,86%, 14,07% et 3,89% respectivement pour l'été 2000, l'automne 2000, le printemps et l'hiver 2001 (Fig. n° 38).

L'incidence parasitaire est beaucoup plus ressentie en été 2000 en raison de l'importance des stades réceptifs durant cette saison. A cet effet THALENHORST (1950) in DAJOZ (1978) rapporte que pour qu'un parasite puisse se développer, il faut que le stade réceptif de l'hôte et le stade agressif du parasite apparaissent en même temps.

Après un abaissement du taux de parasitisme observé en automne, l'activité parasitaire devient très limitée au printemps en raison du faible effectif enregistré chez les individus âgés de *P. citrella*.

Au Maroc, le complexe parasitaire composé de *Pnigalio sp* et *Cirrospilus pictus* a engendré des taux de parasitisme variant de 7 à 19% au printemps et de 6 à 19% en été (ABBASSI et al, 1999).

c. Conclusion

Le cortège parasitaire montre une activité plus importante en été. Cette dernière est en relation avec la présence d'individus âgés de la mineuse.

CONCLUSION

Depuis 1994, *Phyllocnistis citrella* constitue un fléau pour l'agrumiculture algérienne.

Ce ravageur a suscité ces dernières années de nombreux travaux dans différentes régions agrumicoles du pays.

A Relizane, notre contribution à l'étude de la dynamique des populations de *P. citrella* et de son complexe parasitaire réalisée de juillet 2000 à juillet 2001 sur deux variétés de *Citrus* (oranger et citronnier) nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les dégâts les plus importants de ce ravageur se font ressentir sur les deux variétés en période estivo- automnale. Cette intensité d'attaque est liée à l'abondance de jeunes pousses tendres. Lors de la saison estivale nous avons noté 45,10% et 38,56% d'individus respectivement sur oranger et citronnier. En automne, nous avons dénombré 32,15% d'individus sur oranger et 40,78% sur citronnier.

- *P. citrella* émet ses œufs sur les deux faces foliaires et l'infestation est accentuée au centre de l'arbre où nous avons noté 38,44% et 32,90% d'individus respectivement sur oranger et citronnier.

- Au cours de notre expérimentation, le rapport des sexes ou sex- ratio avoisine 0,11 sur oranger et 0,32 sur citronnier. Ceci met en évidence une prédominance de femelles.

- La population de *P. citrella* a subi un taux de mortalité assez remarquable en période estivo- automnale. En effet la compétition spatiale entre les stades larvaires et les températures élevées ont eu une action dépressive sur la population de ce ravageur. Ainsi le taux de mortalité enregistré en été était de 62,13% sur citronnier et de 39,75% sur oranger. En automne, le taux de mortalité était de 21,83% et de 33,30% respectivement sur citronnier et oranger.

- L'inventaire des parasites a révélé la présence de deux espèces autochtones (*Pnigalio mediterraneus* et *Cirrospillus pictus*) et une espèce exotique (*Semiela cher petiolatus*). L'action de ces parasites est limitée, leur évolution est faible comparée à celle de la mineuse.

Le taux de parasitisme par rapport à la population hôte potentielle est de l'ordre de 8,86% sur oranger et de 8,24% sur citronnier. Ces taux s'avèrent

inférieurs à ceux obtenus à Staouéli et qui sont de 18,49% sur citronnier et de 19,72% sur oranger (ZOUAOUI, 1997).

L'activité parasitaire est exercée sur les stades âgés de la mineuse notamment le troisième stade larvaire.

Les parasites recensés dans notre milieu d'étude ne sont pas à eux seuls suffisants pour provoquer la diminution de la population de la mineuse qui présente un potentiel élevé de multiplication. A cet effet une lutte intégrée doit s'imposer. Pour cela des lâchers inondatifs des espèces locales doivent être envisagés. Ces lâchers doivent être réalisés avec la supervision d'expert en lutte biologique disposant de connaissances préalables sur la biologie de la mineuse.

Les recherches menées actuellement sur ce ravageur ont montré que la lutte biologique reste l'unique alternative pour maîtriser ce ravageur d'une part et pour diminuer les risques de pollution de l'environnement d'autre part.

Références bibliographiques

1. **ABABSSIA A., BELAZOUGUI C. et OUHIB D., 1996-** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* STAINTON sur deux variétés de *Citrus* (oranger- clémentinier) dans la zone ouest du littoral algérois. Recueil des actes du séminaire international sur la mineuse des feuilles des agrumes, Blida, 16-17 décembre 1996, pp 1-12.
2. **ABBASSI M., HARCHAOUI L., RIZQI A., NADORI E. B et NIA M., 1999-**Lutte biologique contre la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* (*Lepidoptera –Gracillariidae*) ANPP- Cinquième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 7-8- 9 décembre, pp 609-614.
3. **ABDA F., DJEBARI et BOUZID., 1996-** Evaluation biologique de quatre insecticides contre la mineuse des feuilles des agrumes. Recueil des actes du séminaire international sur la mineuse des feuilles des agrumes, Blida, 16-17 décembre 1996, pp 1-9.
4. **ANONYME, 1997** - Statistiques agricoles, superficies et productions. Ed. M.A.R.A., série A, Ministère de l'agriculture et de la pêche, 33p.
5. **ANONYME, 2000 a** - Rapport sur le secteur de l'agriculture. D.S.A, Relizane, 38 p.
6. **ANONYME, 2000 b** - Données météorologiques, ANRH de Relizane.
7. **ANONYME, 2001** - Données météorologiques, ANRH de Relizane.
8. **ARGOV Y et RÖSSLER Y., 1996-** Introduction , release and recovery of several exotic naturel enemies for biological control of the *Citrus* leaf miner, *Phyllocnistis citrella*, in Israel. *Phytoparasitica* 24 (1) pp 33-38.
9. **AYOUB M. A., 1960** - *Phyllocnistis citrella* STAINTON, a main *Citrus* pest in Saudi Arabia. *Bull. Soc. Entom. Egypte*, vol 44, pp 387-391.
10. **B.A. ANGOUD A.S., 1978** – On the biology and food preference of the *Citrus* leaf miner, *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera -Gracillariidae*) in P.D.R of Yemen. *Z Angew, Entomol*, vol 86, pp 53-57.
11. **BADAWY A., 1967-** The morphology and the biology of *Phyllocnistis citrella* STAINTON, a *Citrus* leafminer in the Sudan (*Lepidoptera - Tineidae*). *Bull. Soc. Entom. Egypte*, vol 51, pp 95-100.
12. **BALACHOWSKY A.S., 1966-** Entomologie appliquée à l'agriculture Ed. Masson et cie, Vol .1, TII, pp 330-332.
13. **BAUTISTA-MARTINEZ N, GARILLO-SANCHEZJ.L., BRAVO-MOJIKA H. et KOCH S.D., 1998-** Naturel parasitism of *Phyllocnistis citrella* (*Lepidoptera –Gracillariidae*) at Guitlahuae, Veracruz, Mexico. *Florida. Entomo*, vol 81, n° 1, pp 30-37.
14. **BENKHELKHA M., 1996-** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de la mineuse des feuilles des agrumes (*Phyllocnistis citrella* STAINTON) dans la région de Sfifef. Thèse. ing .I.S.A, Tiaret, 49 p.

15. **BERKANI A., 1995-** Apparition en Algérie de *Phyllocnistis citrella* STAINTON, chenille mineuse des agrumes. Fruits, vol 50, pp 347-352.
16. **BERKANI A., MOUATES A. et DRIDI B., 1996-** Observation sur la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera - Gracillariidae*) en Algérie. Fruits , vol 51, pp 417-424.
17. **BERKANI A et MOUATES A., 1998** – Vers une lutte biologique de *Phyllocnistis citrella* par introduction d'*Agenispis citricolla* en verger d'agrumes dans l'ouest algérien. Fruits , vol 53, pp 99-103.
18. **BOUGHDAD A ., BOUAZAOUY Y. et ABDELKHALEK L.,1999-** Nuisibilité et biologie de la mineuse des feuilles d'agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera –Phyllocnistidae*), au Maroc. ANPP-Cinquième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 7-8- 9 décembre, pp 251-259.
19. **BOUZOUANE R., DAOUDI Y., GRABA A. et MADAGH A., 1994 -** La mineuse des feuilles des *Citrus Phyllocnistis citrella* STAINTON. Inst. Nat. Prot. Veg. Ministère de l'agriculture, 15 p.
20. **BRUN P et BORELI J.G., 1995-** Présence en France d'un nouveau ravageur : la mineuse des feuilles d'agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera – Gracillariidae*). Symposium méditerranéen sur mandarines, San Giuliano, Corse, 5-11 mars, pp 1-2. .
21. **CAÏZIJIAN U., 1999-** Study on the factors affecting the species changes on the *Citrus* leafminer . Fruits , vol 28, n°3, pp 42 –57.
22. **CALECA V., VERDE G et LO MASSA B ., 1996** – Indagine su *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera – Gracillariidae*) un limoneto della Sicilia occidentale. Bullettino di Zoologia Agraria di Bachicoltura, vol 28, pp 165 -183.
23. **CAVACO M., SORES C., GONCALVES M. et FERNANDES E., 1997-** La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON, 1856 au Portugal. ANPP-Quatrième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, 6-7-8-janvier, pp 259-265.
24. **CHERMITI B., GAHBICHE H., BRAHAM M., MESSELMAN B. et RAHMOUNI R., 1998** – Production de masse d'*Ageniaspis citricola*, parasitoïde de mineuse des agrumes en Tunisie. Fruits, vol, 53, pp 229-234.
25. **CHERMITI B., GAHBICHE H., BRAHAM M., ZNAIDI M. et DALI M., 1999-** Naturel parasitism of the *Citrus* leafminer *Phyllocnistis citrella* STAINTON in Tunisia. Fruits, vol, 54, n° 1, pp 11- 22.
26. **COSTA- COMELLES J., ALIAGA J.L.,VECHER R et GARCIA-MARI F., 1997** - Evolution of the population of *Citrus* leafminer and its parasitoids during 1995 in Valencia (Spain). Bulletin OIIB/Srop, vol 20, n° 7, pp 1-6.
27. **DAJOZ R., 1978** - Précis d'écologie. Ed. Gauthier- Villars. Paris, 549 p.

28. **DELRIO G., 1996-** Rapport du séminaire adhoc O.E.E.P/C.I.H.E.A.M sur *Phyllocnistis citrella*, Agadir (Maroc), 28-29 février. Document technique de l'O.E.E.P n°1023, 13 p.
29. **DE RAVEL D'ESCLAPON G., 1984** – Les agrumes : oranges, mandarines, clémentines, pamplemousses, citrons, etc. Comment les planter, les cultiver et les soigner. Ed. Solarama, Paris, 63 p.
30. **DOUMANDJI- MITICHE B., SAHRAOUI L et ZOUAOUI H., 1999 a-** Complexe parasitaire de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON dans le Sahel algérois (*Lepidoptera –Gracillariidae*). Ann. Soc. Entomol. Fr.(N.S), pp 379-383.
31. **DOUMANDJI-MITICHE B., CHAHBAR N. et SAHRAOUI L., 1999 b -** Survy of the populations dynamics and the parasitic complex of *Phyllocnistis citrella* STAINTON, 1856 (*Lepidoptera –Gracillariidae*) on two species of *Citrus* in the region of Rouiba (Algiers). Med. Fac. Land. Uni. Gent 64/3a. pp 155-162.
- 32.**DOUMANDJI-MITICHE B., CHAHBAR N. et SAHRAOUI L., 1999 c-** Predators and parasitoids of the *Citrus* leaf miner *Phyllocnistis citrella* (*Lepidoptera –Gracillariidae*) in Algeria in view of their utilisation in biological control.International symposium on biological control of insect pests of agricultural crops. Aleppo,Syria, 24-28 october , pp 59-60.
32. **DRIDI B. et KHEDAM M., 1996** – Lâchers et dispersion des ennemis naturels importés de la mineuse des feuilles d'agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON dans les vergers d'agrumes en Algérie. Recueil des actes du séminaire international sur la mineuse des feuilles des agrumes, Blida 16-17 décembre, 1996 , pp 1-6.
33. **EVANS G.A., 1995** - Discovery of the male of *Ageniaspis citricola* (*Hymenoptera :Encyrtidae*), parasitoid of the *Citrus* leafminer (*Lepidoptera – Gracillariidae*).Florida Entomologist, vol 78, n°1, pp 134-136.
34. **GARIJO C., et GARCIA E.J., 1994-** *Phyllocnistis citrella* STAINTON, 1856 (*Insecta :Lepidoptera –Gracillariidae- Phyllocnistidae*) en Los cultivos de citricos de Andalucia (Sur Espana) : Biologia ,ecologia, y control de la plaga. Bol. San. Veg. Palagas, vol 20, pp 815-826.
34. **GARRIDO A.V., 1995-** *Phyllocnistis citrella* STAINTON, biological aspects and natural ennemie found in Spain. Bulletin OILB/SROP, vol 18, n°5, pp 1 – 14.
35. **GOTTWALD T.R., GRAHAM J.H et SCHUBERT T.S., 1997** - An epidemiological analysis of the spread of *Citrus* canker in urban Miami, Florida and synergitic interaction with the Asian *Citrus* leafminer. Fruits, vol 52, n° 6, pp 383-390.
36. **GUEROUT R., 1974** – Apparition de *Phyllocnistis citrella* STAINTON en Afrique de l'ouest. Fruits, vol, 29, n° 7, pp 519 -523.

- 37. HEPPNER J.B., 1993 a** – *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* STANTON (*Lepidoptera* – *Gracillariidae* – *Phyllocnistinae*). Entomology, circular n°359, pp 77-78.
- 38. HEPPNER J.B., 1993 b** – *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* STANTON (*Lepidoptera* – *Gracillariidae* – *Phyllocnistinae*) in Florida Tropical *Lepidoptera*, vol 4, n°1, pp 49-64.
- 39. HOUATIS.A., 1995** – Influence de quelques paramètres édaphiques (texture, température, humidité du sol, salinité et PH) sur la dynamique du nématode des *Citrus Tylenchulus semipenetrans* COBB (*Tylenchulidae*) dans la région de Boufarik (Station I.T.A.F). Thèse. ing. I.S.A, Tiaret, 32 p.
- 40. KFOURY L. et EL-AMIL R., 1998** – Les insectes ravageurs des agrumes au Liban. Phytoma. La défense des végétaux, n° 508, pp 38-39.
- 41. KNAPP j., ALBERTO I.G., BROWNING H.W., HEPPNER J.B., HALL D.G., HOY M.A., NGUYEN R., PENA J.E et P.A STANSLY., 1995-** *Citrus* leafminer *Phyllocnistis citrella* STANTON : current status in Florida, University of Florida, 30 p.
- 42. LAKRA P. K., ZILE S et KHARUB W.S ., 1984** – Population dynamics of *Citrus* leafminer *Phyllocnistis citrella* STANTON (*Lepidoptera* – *Phyllocnistidae*) in Haryana .India, journal ecol, vol 11, n°1, pp 146-153.
- 43. LATIF A et YUNES C M., 1951-** Food-plants of *Citrus* leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton in the Punjab. Bull. Ent. Res, n°42, pp 311-316.
- 44. LOUSSERT R., 1989 a** – Les agrumes. Arboriculture. Ed scientifique universitaire, vol 1, Paris, 113 p.
- 45. LOUSSERT R., 1989 b** – Les agrumes. Poduction. Ed scientifique universitaire, vol 2, Paris 157 p.
- 46. MALAUSA J.C., 1999-** Les risques pour l'entomofaune sauvage liés à l'utilisation d'insectes auxiliaires dans la lutte biologique contre les ravageurs des cultures. Les dossiers de l'environnement n°19 , pp 1-18.
- 47. MINGXUE D. et GARRIDO V. A., 1999-** On the coldhardiness and sensitivity to water content in tender *Citrus* leaves of leafminer Chinese Acta. Phytoph. Sinica, vol 26, n°2, pp 157-161.
- 48. MOLLA P., JOUSSEAUME R. et HAASEPANA S.A., 1997-** Tébufenoside : un nouveau mode d'action contre la mineuse des feuilles d'agrumes. Quatrième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 6-7-8 janvier, pp 339-347.
- 49. OMRANI A., 1993** – Evolution spatiale de la salinité et du calcaire total et actif de l'horizon de surface dans les sols salés d'El Hmadna (Relizane). Thèse ing. I.S.A, Tiaret, 49 p.
- 50. PATEL N., VALAND V.M., SHEKH A.M et PATEL J.R., 1994-** Effet of weather factors on activity of *Citrus* leafminer (*Phyllocnistis citrella*) infesting lime (*Citrus aurantifolia*). Indian Journal of Agricultural Sciences, vol 64, n° 2, pp 132 –134.
- 51. PERALES-GUTIERREZ M A., 1996** – Native parasitoids of *Citrus* leafminer *Phyllocnistis citrella* STANTON in Colima, Mexico. Southwestern Ent, vol 21, n° 3, pp 349-350.

- 52. PIGUET P., 1960** - Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du nord. Ed. Société Shell d'Algérie, 117 p.
- 53. PRALORAN J.C., 1971-** Les agrumes. Ed. GP. Maisonneuve et Larose, Paris, 565p.
- 54. QUILLICI S., FRANCK A., VICENOT D et MONTAGNEUX B., 1995-** Un nouveau ravageur des agrumes à la réunion, la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*. Phytoma, défense des végétaux, n° 474, pp 37-40.
- 55. QUILLICI S., FRANCK A., MONTAGNEUX B., VICENOT D et PASTOU D., 1996-** First studies on the *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera – Phyllocnistidae*) on Reunion island .Proc. Int. Soc. Citriculture, vol 1, pp 542-548.
- 56. QUILLICI S., FRANCK A., MONTAGNEUX B., VICENOT D., et PASTOU D., 1997-** Studies on the *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera – Phyllocnistidae*) in Reunion. Bulletin OILB /SROP, vol 20 , n°7, pp 83-90.
- 57. RACHEF S.A et OUAMER F., 1996-** Inventaire des parasites de *Phyllocnistis citrella* STAINTON en Algérie. Recueil des actes du séminaire international sur la mineuse des feuilles des agrumes, Blida 16-17 décembre, 1996, pp1-6.
- 58. REBOUR H., 1966-** Les agrumes. Manuel des cultures des *Citrus* pour le bassin méditerranéen. Ed J.B. Baillièrre et Fils, Paris, 278p.
- 59. RODRIGUES J.C.V., ROSSETTI V., MACHADO M.A., SOBRINTO J.T et LIMA NAUGUEIRA N., 1998** - *Citrus* leafminer : a factor for increase of pests and *Citrus* canker. Original Laranja, vol 19, n°1, pp 49-60.
- 60. SABINE B.N.E., 1971-** *Citrus leafminer*. Queensland agricultural journal, pp 127-129.
- 61. SAHRAOUI L., BENZARA A et DOUMANDJI- MITICHE B., 2001** - Dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* STAINTON (1856) et impact de son complexe parasitaire en Algérie. Fruits, vol 56, pp 405- 415.
- 62. SINGH T. V. K et AZAM K.M ., 1986-** Seasonal occurrence, population dynamics and chemical control of *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* STAINTON in Andhra Preadesh. Indian journal of entomology, vol, 48, n° 1, pp 38-42.
- 63. TIRADO G., BERNABE R et CASTANOLOPEZ P., 1996-** Naturel enemies of *Phyllocnistis citrella* STAINTON (*Lepidoptera-Gracillariidae-Phyllocnistinae*), in Hueleva province . Geographic distribution, seasonal development and stages parasitized. Boletin de Sanidad vegetal, plagas, vol 22, n° 4, pp 741 –760.
- 64. URBANEJA A., LIACER E ., TOMAS O., GARRIDO A et JACAS J A., 2000-** Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (*Lepidoptera —Gra cillariidae*) in Eastern Spain. Biological control, n°18, pp 199-207.
- 65. ZHANG A.G., LEARY O et QUARLES W., 1994-** Chinese IPM for *Citrus* leafminer. Ipm practitioner, vol 16, n° 8, pp 10-13.

66. ZOUAOUI H., 1997 - Etude de la dynamique des populations et du complexe parasitaire de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (*Lepidoptera -Gracillariidae*) sur trois espèces de *Citrus* dans la région de Staouéli .Thèse. Mag. Inst .Nat. Agro. El Harrach, 217 p.