

# Étude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bon (Tunisie)

Synda Boulahia Kheder\*, Abderrahmane Jerraya, Fraj Jrad, Mouldi Fezzani

Inat,  
43 avenue Charles Nicolle,  
Cité Mahrajène,  
1082 Tunis,  
Tunisie

## Study of the citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) in the Cap Bon area (Tunisia).

**Abstract — Introduction.** The citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* is a stenophagous pest evolving only on young shoots and when temperatures are favorable. In order to thereafter consider an integrated control of *P. citrella*, we studied the relations between the leaf miner, its natural enemies, the climate and the host plant. **Materials and methods.** The follow-up of the leaf miner population was carried out on lemon and orange trees from 1997 to 1999. Samples made up of shoots with various ages were taken each week, then examined under a binocular magnifying glass. All the pre-imaginal dead or alive stages of the leaf miner were counted. The emergence in the laboratory of parasitoid adults allowed their identification. **Results.** Orange trees have three flushes: in spring (February to April), in summer (June to July) and in autumn (mid-August to October). The shoots of spring are the most significant (60% of the foliage) but are little attacked by the leaf miner; the other two flushes, which depend on the tree load and the environmental climatic conditions, are 100% infested and allow the development of eight leaf miner successive generations. On the other hand, lemon trees emit flushes almost all year and thus make it possible to constantly maintain *P. citrella* which can then develop up to 10 annual generations. The mortality rate of the pest depends on the high heat of the summer, the low temperatures, the rarefaction of the food resource and the natural enemies. **Discussion and conclusion.** The impact of these various factors on the regulation of the *P. citrella* population in Tunisia is analyzed and discussed.

Tunisia / Citrus / insect control / *Phyllocnistis citrella* / life cycle / mortality / population distribution / site factors

## Étude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bon (Tunisie).

**Résumé — Introduction.** La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*, introduite en 1994 en Tunisie, est un ravageur sténophage n'évoluant que sur jeunes pousses et lorsque les conditions thermiques sont favorables. Afin de pouvoir envisager par la suite une lutte intégrée contre *P. citrella*, nous avons étudié les relations entre la mineuse, ses ennemis naturels, le climat et la plante hôte. **Matériel et méthodes.** Le suivi des populations de la mineuse a été effectué sur citronniers et orangers de 1997 à 1999. Des échantillons constitués de pousses de différents âges ont été prélevés chaque semaine, puis examinés sous loupe binoculaire. Tous les stades pré-imaginaux morts ou vivants de la mineuse ont été dénombrés. L'émergence en laboratoire d'adultes de parasitoïdes a permis leur identification. **Résultats.** L'oranger présente trois poussées de sève : au printemps (février à avril), en été (juin à juillet) et en automne (mi-août à octobre). Les pousses de printemps sont les plus importantes (60 % du feuillage) mais sont peu attaquées par la mineuse ; les deux autres poussées végétatives, qui dépendent de la charge de l'arbre et des conditions climatiques ambiantes, sont à 100 % infestées et permettent le développement de huit générations successives de mineuses. Chez le citronnier, en revanche, des jeunes pousses sont émises presque toute l'année et permettent donc à *P. citrella* de s'y maintenir constamment et de développer jusqu'à 10 générations annuelles. Le taux de mortalité du ravageur dépend des fortes chaleurs de l'été, des basses températures, de la rarefaction de la ressource alimentaire et des ennemis naturels. **Discussion et conclusion.** L'impact de ces différents facteurs sur la régulation des populations de *P. citrella* en Tunisie est analysé et discuté.

\* Correspondance et tirés à part

Fruits, 2002, vol. 57, p. 29–42  
© 2002 Cirad/EDP Sciences  
All rights reserved  
DOI: 10.1051/fruits:2002004

RESUMEN ESPAÑOL, p. 42

Tunisie / Citrus / lutte anti-insecte / *Phyllocnistis citrella* / cycle de développement / mortalité / distribution des populations / facteur lié au site

## 1. Introduction

La mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae), est une espèce sténophage, c'est-à-dire que son choix alimentaire ne se porte que sur un petit nombre de plantes. Par ailleurs, ce ravageur n'évolue que sur les jeunes pousses et si les conditions thermiques lui sont favorables. Ces quelques exigences suggéreraient la possibilité de favoriser, par des techniques culturales appropriées, l'apparition de pousses au printemps, époque où les conditions climatiques sont défavorables à l'insecte, et d'en limiter l'émission en été et en automne, saisons plus favorables à son développement. Une telle méthode de lutte serait d'autant plus envisageable que, dans les pays du Bassin méditerranéen, les agrumes présentent en général trois poussées de sève principales, chacune d'elles correspondant à l'une de ces trois saisons [1–3].

Cependant, pour les pépinières et les jeunes plantations pour lesquelles la croissance végétative continue est un impératif économique, le recours à la lutte chimique peut se révéler nécessaire. Dans ce cas, elle doit s'inscrire dans une démarche qui privilégie l'utilisation de produits, tels que les huiles [4, 5] peu toxiques pour les ennemis naturels du ravageur, avec des modes d'application respectueux de l'environnement, tels que le badigeonnage du tronc des arbres [6, 7]. En pépinière, des barrières mécaniques du type moustiquaire peuvent permettre d'empêcher l'intrusion du nuisible [8].

L'espèce *P. citrella* étant exotique dans la plupart des pays producteurs d'agrumes, exceptés ceux d'Asie du Sud-Est dont il est vraisemblablement originaire [9], l'introduction de ses ennemis naturels en provenance de ces régions pourrait probablement permettre de contrôler de façon satisfaisante son développement [10–13]. La recherche de telles méthodes de lutte biologique s'est imposée d'autant plus que la lutte chimique conventionnelle se révélait d'une efficacité de courte durée [6, 14–16] et qu'elle avait conduit, en cas d'applications régulières, à l'apparition de souches résistantes [9, 17].

Les dégâts attribués directement ou indirectement à la mineuse méritent d'être évalués au plan économique, du moins dans les plantations en production et dans la mesure où ils ne concernent, généralement, que les pousses estivales et automnales dont l'importance dans l'expression du potentiel productif du verger n'est pas encore bien connue. Cependant, selon El Amami [18], les plantations d'agrumes (var. Maltaise) du Cap bon souffriraient d'un déficit foliaire auquel serait imputable le faible calibre des fruits. En détruisant une partie plus ou moins importante de ce feuillage, la mineuse pourrait concourir à accentuer ce phénomène fréquemment observé.

Face à ces problèmes, deux parasitoïdes du ravageur ont été importés puis lâchés en Tunisie après constat de la présence de *P. citrella* dans le pays en 1994 [19] : *Agonaspis citricola* (Logvinovskaya) (Encyrtidae) en 1996 [19], puis *Semiela cher petiolatus* (Girault) (Eulophidae) en 1997.

En préalable à la proposition d'une lutte intégrée spécifiquement adaptée à la protection des vergers d'agrumes en Tunisie contre *P. citrella*, nous avons tenté de mieux identifier l'effet conjugué de la plante hôte et des facteurs du milieu sur la dynamique du ravageur. Les résultats ont ensuite été discutés dans le contexte de l'introduction récente de l'insecte, en tenant compte du fait que plusieurs années sont nécessaires avant de voir s'installer un équilibre plus ou moins stable entre un hôte et son environnement agro-climatique.

## 2. Matériel et méthodes

Le suivi des populations de *P. citrella* a été réalisé sur deux plantes hôtes du genre *Citrus* : le citronnier cv. Eurêka et l'oranger var. Maltaise. Les arbres étudiés étaient représentatifs de différentes situations agronomiques : culture intensive en verger, parcelle conduite selon les techniques traditionnelles, arbres en collection.

L'évolution de la mineuse a été étudiée par prélèvements hebdomadaires d'échantillons de pousses sur les plantes hôtes,

ayant atteint différents stades de développement : pousses jeunes avec des feuilles tendres et incomplètement développées et pousses plus ou moins âgées avec feuilles tendant à se lignifier et limbes bien étalés. Selon la prépondérance sur les arbres de ces différents types d'organes, les prélèvements ont été à dominance de pousses jeunes ou de pousses âgées.

Sur orangers var. Maltaise, le nombre et la longueur des feuilles de chaque pousse ont été évalués afin de préciser le développement phénologique et l'importance de chaque poussée de sève, cela en rapport avec la charge de l'arbre, la date de récolte et les conditions climatiques ambiantes. La charge de l'arbre a été estimée avec l'aide de l'agriculteur impliqué.

Certains paramètres climatiques ont été relevés : la température maximale et la hauteur des précipitations de la région de Tunis, mesurées par la station de climatologie de l'Inat et exprimées par une moyenne des relevés établis sur une décade.

Sur citronnier cv. Eurêka, la couleur des feuilles de chaque pousse, du pourpre, au vert foncé en passant par le vert pourpre et le vert clair, a été notée. Cela a permis de préciser le comportement de ponte de la mineuse selon l'âge des feuilles.

Les feuilles de chaque échantillon comportant au moins une vingtaine de pousses ont été examinées sous loupe binoculaire afin de dénombrer les différents stades pré-imaginaux, vivants ou morts, de la mineuse (œufs, larves jeunes, larves âgées, nymphes), et de déceler d'éventuels ennemis naturels. Les parasitoïdes ayant atteint un stade de développement avancé ont été mis en éclosion afin de récolter les adultes pour identification. Il a donc ainsi été possible de calculer le pourcentage de chaque stade par rapport à l'ensemble des individus vivants et donc d'acquérir des informations sur la structure qualitative de la population de mineuse à un instant  $t$ , ainsi que sur son évolution.

Le calcul de la densité d'individus vivants par feuille [(nombre d'œufs + jeunes larves + larves âgées + nymphes) / nombre de feuilles examinées] ainsi que le taux

d'infestation (nombre de feuilles attaquées / nombre total des feuilles examinées) a permis de suivre l'évolution quantitative de la population de *P. citrella*.

L'évaluation de l'action des parasitoïdes a été faite par un calcul du taux de parasitisme égal à :  $100 \times (\text{nombre de larves âgées parasitées} + \text{nombre de nymphes de } P. \text{ citrella parasitées}) / \text{nombre total [(de larves âgées} + \text{nymphes de } P. \text{ citrella saines}) + (\text{larves âgées} + \text{nymphes de mineuse parasitées})]$ .

### 3. Résultats

#### 3.1. Phénologie de l'oranger var. Maltaise

Au cours de nos observations, l'oranger var. Maltaise a présenté trois poussées de sève principales : au printemps, en été et en automne.

Analysée en 1997 dans un verger dont la récolte a été effectuée au mois de mars, la poussée printanière a fait son apparition lors de la première semaine de février avec l'émission de petites bractées de longueur inférieure au cm. À partir de la mi-mars, les jeunes pousses se sont rapidement allongées et elles se sont lignifiées complètement fin-avril. Le développement des pousses printanières depuis leur émission jusqu'à leur pleine croissance s'est ainsi étalé sur 3 mois environ, période pouvant être toutefois influencée par les conditions climatiques de l'année.

La date de la récolte a pu elle aussi influencer d'une façon significative le déroulement de la poussée printanière. Une cueillette précoce, en janvier par exemple, a pour effet, toutes conditions étant égales par ailleurs, de provoquer l'émission des pousses plus tôt qu'une récolte tardive (mars). Leur processus de croissance se termine alors également plus tôt d'une à deux semaines.

Quantitativement, la poussée printanière a fortement participé au renouvellement de la partie feuillue de l'arbre. Un contrôle effectué le 15 mai 1997 sur deux branches

prélevées sur un sujet d'une trentaine d'années a montré que les pousses printanières représentaient environ 60 % de l'ensemble du feuillage.

La poussée estivale des agrumes a démarré début juin et s'est poursuivie jusqu'à fin juillet. Cependant, son déroulement a été lié aux conditions climatiques ambiantes. Ainsi, en 1998, cette poussée d'été s'est faite en deux vagues successives bien distinctes : l'une se situant en juin, l'autre en juillet, alors qu'un tel phénomène n'avait pas été observé l'année d'avant.

L'importance relative de cette poussée a été en rapport avec la charge de l'arbre : elle a été évaluée à 10 % de l'ensemble du feuillage pour un sujet promettant une bonne récolte (supérieure à 200 kg) et pratiquement au double pour un sujet faiblement chargé (inférieure à 50 kg).

La poussée automnale a commencé lors de la première semaine d'août et s'est poursuivie jusqu'à fin-octobre / début-novembre. Elle s'est également déroulée en plusieurs vagues de croissance, en fonction des conditions pluviométriques de la saison. Lorsque l'automne est pluvieux, ce qui a été le cas en 1997, l'émission de la poussée automnale se prolonge sans discontinuité jusqu'à la première semaine de novembre avec toutefois plusieurs vagues de croissance, trois en 1997. Au contraire, si les pluies automnales tardent à venir, cas de 1998, la poussée automnale est de courte durée ; elle peut s'achever fin-août pour reprendre aussitôt que des pluies abondantes surviennent : ce fut le cas au début d'octobre 1998. La première vague de croissance a été relativement faible (7 %) par rapport à la deuxième (13 %). Les conditions pluviométriques de l'automne peuvent donc, elles aussi, influencer le développement de la poussée automnale.

Comme la poussée estivale, l'ampleur de la poussée automnale est en rapport avec la charge pendante de l'arbre : elle équivaut à 2 % de l'ensemble de la frondaison pour un arbre bien pourvu en fruits, et à 20 % environ pour un sujet faiblement chargé.

Tout se passe donc comme si, pour des sujets faiblement chargés, il existait un

potentiel de croissance estimé à 20 % de la frondaison, dont l'expression dépendrait de la quantité d'eau disponible. En cas d'insuffisance de celle-ci, la poussée automnale serait réduite de façon momentanée jusqu'à la manifestation de nouvelles pluies abondantes. Cette faculté des agrumes à réagir rapidement au facteur eau serait à la base de la lutte culturale préconisée contre la mineuse. Cependant, dans le cas de la poussée automnale, la portée de cette technique de lutte serait limitée du fait du risque d'interférence des pluies d'automne sur l'apparition du ravageur.

### 3.2. Phénologie du citronnier

Contrairement aux observations faites sur d'autres espèces d'agrumes, le citronnier peut émettre des pousses presque tout au long de l'année, si ce n'est un court repos végétatif en début d'hiver (décembre). Chez cette espèce, les jeunes pousses sont d'une coloration pourpre qui tranche avec celle du reste du feuillage mais l'observation de cette teinte n'est pas toujours, pour autant, un signe de croissance qui se manifeste, plutôt, par une coloration vert pourpre.

L'importance quantitative des poussées végétatives a varié avec les techniques culturales appliquées au verger. L'observation de deux jeunes plantations de citronniers à 2 km de distance, conduites dans la région du Cap Bon (Tunisie), l'une selon les techniques traditionnelles et l'autre en culture intensive, a montré que l'émission de jeunes pousses avait lieu à deux périodes principales de l'année, l'une au printemps et l'autre en automne. Cependant, cette émission printanière a été 20 fois plus importante en culture intensive qu'en verger traditionnel.

L'apparition de la poussée automnale est liée à la pluviométrie ambiante. Un automne tardif comme celui de 1998 a eu pour effet de différer l'émission des pousses de près d'un mois par rapport aux observations de 1997 où l'automne avait été plutôt précoce et bien arrosé (*figure 1*). Comme dans le cas de l'oranger de variété Maltaise, l'intensité de cette poussée serait liée à la production pendante de l'arbre.

### 3.3. Évolution de *P. citrella* sur agrumes

Du fait de l'émission presque continuelle de pousses, il apparaît que c'est sur citronnier que la mineuse des agrumes trouverait en permanence des conditions favorables à son développement.

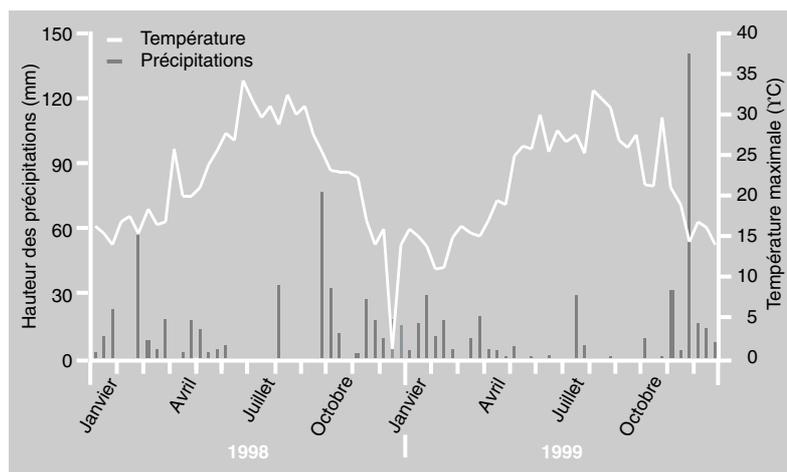
#### 3.3.1. Évolution de *P. citrella* sur oranger

L'oranger var. Maltaise ne permet le développement de la mineuse que de juin à octobre, c'est-à-dire lors des poussées estivale et automnale. En dehors de cette période, *P. citrella* ne subsiste guère que sur certains rejets, à un taux d'infestation très faible. La poussée printanière peut donc évoluer à l'abri d'une attaque significative du ravageur. En revanche, sur la poussée estivale, l'insecte se manifeste dès le début de juin par le dépôt d'œufs et l'émergence des jeunes larves qui en sont issues. Elles sont à l'origine de la première génération estivale qui parviendra au terme de son développement 3 semaines plus tard. Deux autres générations de mineuses ont pu être observées durant le mois de juillet avant que ne commence, en début août, la poussée automnale. Celle-ci a donné lieu au développement de plusieurs générations de *P. citrella* qui se sont succédées aussi longtemps qu'a duré l'émission de nouvelles pousses. La poussée automnale s'achevant fin octobre, il a été possible de voir la mineuse accomplir son cycle sur tiges non aoûtées en cas d'insuffisance d'organes foliaires. Cinq générations ont ainsi été susceptibles de se développer au cours de la période automnale, ce qui porte à huit le nombre total de générations de *P. citrella* pouvant évoluer en une année sur oranger.

#### 3.3.2. Évolution de *P. citrella* sur citronnier

Sur le citronnier, toutes les feuilles, exceptées celles au stade « vert foncé » plus ou moins lignifiées, constituent un site favorable pour le dépôt des œufs par la femelle de *P. citrella* en quête de ponte.

En présence d'une forte poussée de sève, cas de juillet 1997 et novembre 1998, mettant à la disposition de la femelle une large

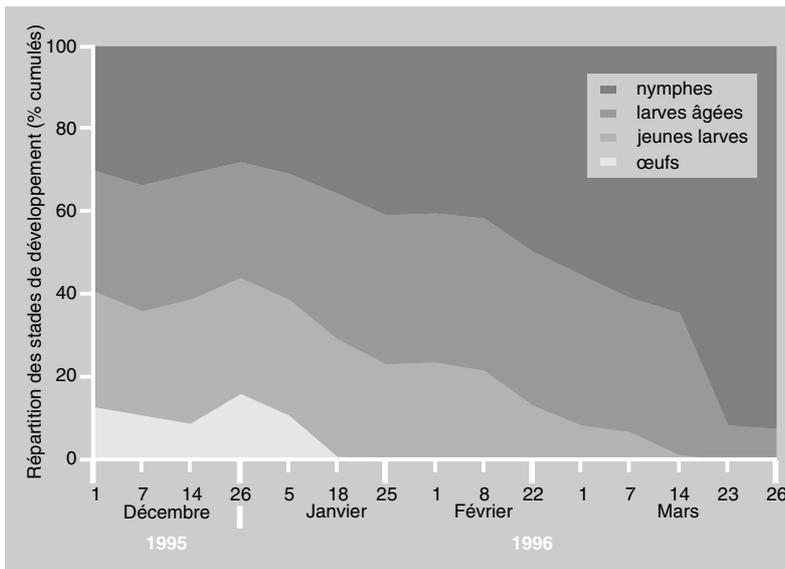


**Figure 1.** Moyenne par décennie du relevé des précipitations et des températures maximales dans la région de Tunis (Tunisie) en 1998 et 1999.

gamme de feuilles réceptives, la ponte est répartie sur l'ensemble de ces feuilles avec une préférence marquée pour celles de couleur vert pourpre (53 %) et à moindre degré celles de couleur vert clair (37 %) alors que celles, plus jeunes, se trouvant sur la partie apicale semblent être moins attractives (10 %). En revanche, en fin d'automne, c'est cette dernière catégorie de feuilles qui abrite alors plus de 90 % de la ponte et qui serait donc la plus recherchée par les femelles gravides.

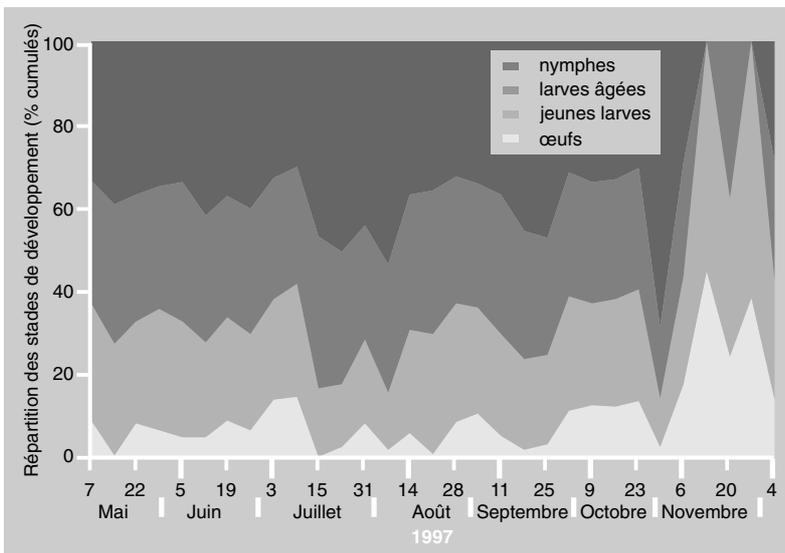
L'emplacement de la ponte serait dès lors déterminé non seulement par l'âge de la feuille mais surtout par son état physiologique. Lorsque les pousses sont en phase de croissance rapide (juillet), c'est le stade vert pourpre que choisissent le plus les femelles qui procèdent alors à une répartition assez régulière de la ponte maximisant ainsi les chances de survie de leur descendance. Inversement, quand le citronnier marque une certaine pause végétative, les œufs sont déposés préférentiellement sur les feuilles les plus jeunes ; la femelle gravide a tendance alors à revenir sur le même support avec, pour conséquence, une ponte plus groupée laissant très peu de chances aux larves qui en sont issues d'arriver à terme.

À l'image du citronnier dont le rythme de croissance est ralenti en fin de saison, le développement du phytophage qui lui est associé est lent en hiver et au début du printemps, puis rapide en été et en



**Figure 2.** Évolution des différents stades de développement de la mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*) sur citronniers durant la période hivernale peu favorable à l'activité du ravageur (Tunisie).

automne. L'absence de cocons vides dans les prélèvements périodiques effectués à partir de décembre témoigne en effet de l'absence de nouvelles émergences imaginales à cette période, alors que l'ensemble des œufs et des jeunes larves observé en début d'hiver proviendrait sans doute des générations automnales. Ces populations



**Figure 3.** Évolution des différents stades de développement de la mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*) sur citronniers durant les périodes estivale et automnale favorables à l'activité du ravageur (Tunisie).

se transformeront au début du printemps en larves âgées puis en nymphes (*figure 2*) pour donner enfin des adultes vers la mi-avril, marquant alors le départ de la première génération. Celle-ci, qui ne présente que peu d'individus et apparaît de plus à une époque où les conditions ambiantes sont peu propices (températures moyennes peu élevées et lignification plus ou moins avancée de la poussée printanière), reste généralement discrète. Il en sera de même de la deuxième génération qui accomplit son cycle durant le mois de mai alors que les pousses réceptives sont plutôt rares.

À partir de juin, avec l'apparition d'une nouvelle poussée de sève plus favorable au développement de l'insecte, les générations vont se succéder à un rythme rapide. Elles se prolongeront durant l'été et l'automne montrant un chevauchement de tous les stades de développement (*figure 3*). À l'approche de l'hiver, du fait de l'abaissement de température, le cycle vital de *P. citrella* accusera un ralentissement significatif qui affectera tous les stades. Cependant, le stade nymphal, dernière forme de développement, n'évoluant guère semblerait être le plus sensible à ce changement de conditions ambiantes et, de ce fait, il pourrait être considéré comme le stade d'hibernation de l'insecte.

Globalement, une dizaine de générations de la mineuse se succéderaient durant la période favorable de développement de juin à novembre, soit, en moyenne, une génération tous les 20 j.

### 3.4. Fluctuations des populations de *P. citrella*

Comme déjà mentionné, les effectifs de la population de *P. citrella* sont très bas durant l'hiver et le début du printemps avec une densité, tous stades confondus, de 0,1 individu par feuille, environ.

Au mois d'avril a lieu l'émergence de la première génération des adultes issus des formes hivernantes. En raison des conditions thermiques relativement fraîches, celle-ci a une densité très faible et un taux d'infestation n'excédant guère 10 %. L'élévation de la température moyenne en mai (*figure 1*) entraîne une multiplication active

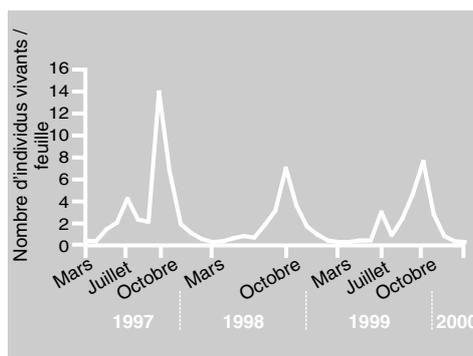
de l'insecte dont les effectifs ont été suivis d'une façon régulière pendant trois années successives (figure 4).

En 1997, l'accroissement rapide de la mineuse dès le début mai se poursuit en juin pour atteindre des valeurs très élevées en juillet avec 4 individus par feuille en moyenne et un taux d'infestation de l'ordre de 95 %. En août et septembre, la population enregistre une baisse de ses effectifs menant à une densité de l'ordre de 2 individus par feuille mais reste économiquement importante du fait d'un taux d'infestation qui demeure élevé (85 %). En octobre, la population explose jusqu'à présenter une densité avoisinant 14 individus par feuille, tous stades confondus. Cette surpopulation refléterait vraisemblablement davantage un phénomène de concentration due à la rareté du matériel végétal disponible qu'une augmentation des effectifs de la population. Cela expliquerait la chute brutale observée en novembre et décembre et l'enregistrement de densités très faibles durant l'hiver et le printemps 1998, identiques à celles d'avril 1997.

Malgré le retour des conditions climatiques plus clémentes en mai 1998 et 1999, les populations de la mineuse ont augmenté lentement par rapport aux observations faites en 1997 (figure 4). En fait, les effectifs de départ étaient de deux à trois fois plus faibles en avril 1998 qu'en avril 1997 et pratiquement nuls en avril 1999 à la suite de l'effet létal d'un hiver exceptionnellement rigoureux accompagné de chutes de neige.

Puis, en raison des pics de température inhabituels de 40 °C environ enregistrés en juin 1998 et 1999, la mineuse est passée inaperçue durant toute la saison estivale malgré une brève apparition en juillet 1999 avec environ 3 individus par feuille. Les fortes températures d'août ajoutées à des périodes de près de 15 j de sirocco<sup>1</sup> ont ensuite contribué à anéantir rapidement les populations de la mineuse.

Au début de l'automne, les effectifs de *P. citrella* ont commencé à progresser de nouveau et, en octobre 1998 et 1999, la mineuse a culminé avec 5 à 6 individus par feuille.



**Figure 4.** Fluctuation de la population de *Phyllocnistis citrella*, tous stades pré-imaginaux confondus, sur citronniers observés dans un verger du Cap-Bon (Tunisie).

Cependant, ces densités ne traduisent que de façon apparente le niveau réel des populations, celui-ci étant directement lié à la disponibilité de nourriture de l'hôte. Ainsi, les densités d'octobre 1998, de moitié inférieures à celles de 1997, refléteraient plutôt une meilleure distribution spatiale du phytophage liée à une disponibilité accrue de la ressource alimentaire, qu'une diminution des effectifs des populations de *P. citrella*. Inversement, en 1999, le niveau des populations aurait réellement diminué, puisque, malgré la rareté du feuillage réceptif (10 fois moins de jeunes pousses qu'en 1998), les densités automnales sont restées proches de celles de 1998.

Des fluctuations des populations de la mineuse que nous venons de décrire, retenons finalement qu'à l'approche de l'hiver les effectifs de *P. citrella* diminuent de façon significative et qu'ils peuvent plus ou moins se maintenir à un bas niveau de décembre à avril, selon la rigueur de l'hiver et certains autres facteurs qui seront développés plus loin.

### 3.5. Facteurs de variation des populations de *P. citrella*

Parmi les facteurs qui seraient à l'origine des fluctuations des populations de *P. citrella*, nous avons déjà évoqué la température et la disponibilité alimentaire qui, en cas de raréfaction, limite les effectifs. S'ajoutent à ces premières contraintes les ennemis naturels de la mineuse ; leur impact sur la dynamique des populations est d'autant plus drastique que la densité de l'hôte est faible. Face à ces facteurs, la capacité de réaction

<sup>1</sup> Sirocco : vent chaud et très sec qui souffle du désert vers le littoral sur tout le bassin de la Méditerranée.

de la mineuse, et donc sa survie, dépendra du stade auquel elle se trouve. Le stade le plus sensible est celui des larves et, à un moindre degré, celui des nymphes, alors que les œufs ne sont guère affectés par les paramètres écologiques. De ce fait, dans l'étude des facteurs de mortalité qui va suivre, il n'a pas été tenu compte de ce dernier stade.

### 3.5.1. Mortalité naturelle du ravageur

La mortalité naturelle du ravageur peut avoir plusieurs origines qui ne sont pas toujours faciles à identifier (prédation, piqûres de femelles d'Eulophidae en quête de ponte, stress thermique ou hydrique, etc.). Si elle s'observe durant toute l'année, elle est surtout élevée en été, probablement du fait des fortes températures qui caractérisent cette saison. Ainsi, en été 1998, les fortes températures qui ont avoisiné les 40 °C ont provoqué un taux de mortalité important, différent cependant selon le stade de développement atteint par l'insecte : 95 % environ pour les larves et 60 % pour les nymphes.

Un effet létal a pu être également attribué à la rigueur de l'hiver. Après la baisse exceptionnelle de température avec chute de neige observée en fin janvier-début février 1999, les relevés effectués ont montré une quasi disparition de la mineuse à la suite, sans doute, du dessèchement et de la chute des jeunes pousses, dessèchement accentué par la présence de vent.

### 3.5.2. Parasitisme de *P. citrella*

L'étude effectuée a surtout porté sur l'effet des parasitoïdes. L'action des prédateurs, comme les chrysopes ou les thrips, bien que constatée n'a pas pu être évaluée avec précision.

Au cours de nos prospections, la composition spécifique de la faune parasitaire a varié selon qu'il s'agissait de parcelles de collection ne subissant aucun traitement chimique ou de plantations à caractère commercial. Dans les parcelles non traitées observées dans la région de Tunis, cette faune était constituée de plusieurs espèces<sup>2</sup> *Cirrospilus pictus* (Nees), *Diglyphus isaea* (Walker), *Neochrysocharis formosa* (West-

wood), *Pnigalio* sp., *Pteromalus* sp. et *Sympiesis* sp., dont le taux de parasitisme global a été évalué à environ 25 %. Ces observations confirment celles de Chermiti *et al.* qui avaient observé ces mêmes parasitoïdes en Tunisie en 1995 [20]. Dans les parcelles traitées, seuls deux parasitoïdes ont été observés, *Pnigalio* sp. et *Cirrospilus* sp. ; ils ont entraîné moins de 12 % de mortalité parmi les stades de développement avancés de la mineuse. Notons qu'il s'agissait là d'une faune locale peu spécifique, qui préexistait avant l'arrivée de la mineuse.

Parmi les parasitoïdes introduits, l'espèce *A. citricola* n'a été retrouvée dans nos prélèvements que lors de la première année qui a suivi son introduction en 1996 [19] alors que *S. petiolatus* a été observée plus régulièrement depuis 1997, date de ses premiers lâchers, témoignant par là de sa plus grande faculté d'acclimatation et de dispersion (tableau I). Conjointement à l'amélioration du taux de parasitisme imputable à *S. petiolatus* qui a pu atteindre 87 % des stades avancés de *P. citrella*, il y a eu un appauvrissement de la faune locale, particulièrement net dans la parcelle de collection où l'action parasitaire a été réduite aux deux seules espèces *S. petiolatus* et *C. pictus* après 1997, avec une prédominance absolue pour *S. petiolatus* (> 90 %).

L'espèce *S. petiolatus* serait donc le parasitoïde le plus performant et, s'attaquant aux mêmes stades que les espèces locales, elle tendrait à se substituer à elles. Cette supériorité tiendrait au fait qu'elle est davantage dépendante de la mineuse, nécessité qui la conduirait à rechercher plus activement son hôte. Cependant, son activité n'est pas suffisante pour entraîner un déclin durable de la population de *P. citrella*, du fait, probablement, de sa capacité de recherche limitée. Il s'ensuit que son action de régulation plafonne.

Par ailleurs, nous avons pu noter que, lors des contrôles des 29 septembre et 9 octobre 1997, le superparasitisme devenait significatif puisque (3 à 8) % de larves de la mineuse étaient superparasitées. Lorsque le rapport parasite/hôte est élevé, la femelle du parasitoïde pourrait donc

<sup>2</sup>La détermination de ces espèces a été communiquée par le Dr. J. La Salle (I.I.E., Londres).

**Tableau I.**

Parasitisme de la mineuse des agrumes ou *Phyllocnistis citrella* dans une parcelle de collection d'agrumes n'ayant reçu aucun traitement chimique et importance du parasitoïde *Semiolacher petiolatus*. Observations faites sur les pousses d'automne 1997 en Tunisie (région du Cap Bon).

Dates de prélèvement	Nombre d'individus vivants	Nombre de larves âgées + nymphes		% de larves âgées + nymphes parasitées par rapport :		% de <i>S. petiolatus</i>
		vivantes	parasitées	à la population totale	aux stades âgés	
29 septembre	804	175	255	24,08	59,30	71,10
2 octobre	1 310	404	217	14,21	34,94	90,30
6 octobre	1 079	162	457	29,75	73,83	–
9 octobre	569	94	642	53,01	87,23	94,92
13 octobre	486	31	136	21,86	81,44	96,80

revenir sur un hôte déjà visité avec, pour conséquence, un dépôt de deux, trois, voire quatre œufs par larve, alors que, lorsque ce rapport est plus faible, elle aurait tendance à répartir sa ponte d'une façon régulière à raison d'un œuf par larve réceptive, ce qui a été observé lors du contrôle du 23 septembre. Autrement dit, un accroissement de la densité de *S. petiolatus* pourrait ne pas se traduire forcément par une augmentation du taux de parasitisme mais plutôt par un chan-

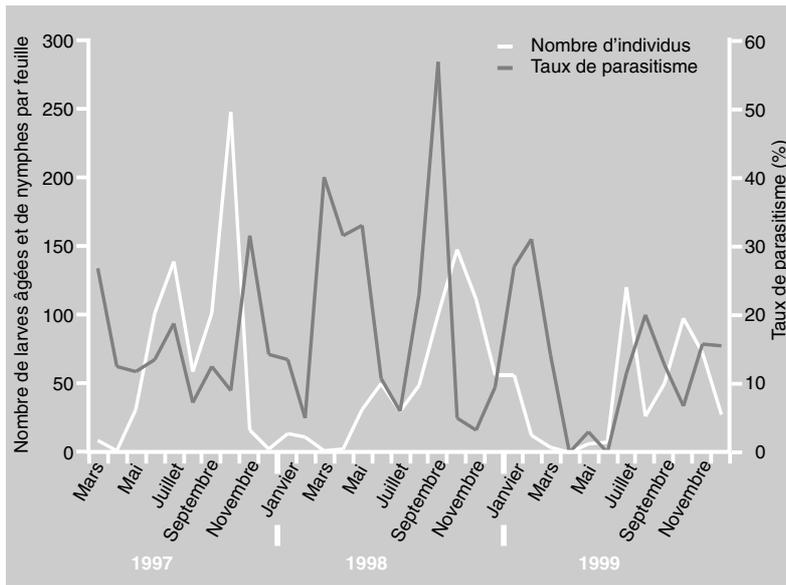
gement de comportement de ponte de la femelle. D'autres raisons comme celle liée à un décalage entre la vitesse de développement du parasite et celle de son hôte pourrait également être à l'origine de la non-performance de *S. petiolatus*.

L'activité des parasitoïdes sur oranger a été variable d'une année à l'autre, particulièrement entre 1999, année à été et automne exceptionnellement chauds et secs, et les années 1997 et 1998 (tableau II). Cependant,

**Tableau II.**

Parasitisme des stades âgés de *P. citrella* en verger d'orangers de la variété Maltaise (Tunisie).

Dates	Larves âgées		Nymphes		Parasitisme global des stades âgés (%)	Nombre de (larves âgées + nymphes) / feuille
	Nombre total	% parasitées	Nombre total	% parasitées		
<b>1997</b>						
4 septembre	44	56,81	20	5,00	40,62	1,20
9 septembre	74	39,19	14	0	32,95	0,80
18 septembre	44	11,36	41	0	5,88	0,90
25 septembre	56	26,79	47	10,64	19,42	1,98
<b>1998</b>						
4 septembre	211	35,07	25	40,0	35,74	2,20
10 septembre	103	82,52	15	46,67	77,97	0,20
17 septembre	12	16,67	39	2,56	5,88	1,90
1 octobre	45	33,33	64	1,56	14,68	2,20
<b>1999</b>						
16 septembre	26	23,08	36	13,89	17,74	0,53
23 septembre	54	29,63	108	4,63	12,96	1,60
30 septembre	68	16,18	168	0,60	5,08	2,80
7 octobre	53	5,66	154	0,65	1,93	6,00



**Figure 5.** Évolutions comparées du nombre de stades âgés de *Phyllocnistis citrella* par feuille et du taux de parasitisme à leur égard. Observations faites sur citronniers dans un verger du Cap-Bon (Tunisie).

si l'action des antagonistes s'est traduite par une réduction significative de la population de l'hôte, elle a été de courte durée en raison sans doute d'un décalage temporel entre le cycle de développement de l'hôte et celui de ses ennemis naturels. Il en a été de même sur citronniers où l'action de régulation des parasitoïdes a semblé être plus en rapport avec la structure qualitative de la population de *P. citrella* qu'avec l'intensité de leur activité (figure 5). Ainsi, la régulation a été assez significative lorsque les stades « parasitables » étaient prédominants, situation observée au printemps, et guère déterminante lorsque tous les stades étaient présents dans des proportions sensiblement

comparables, donc pendant les saisons d'été et d'automne. Il s'ensuit qu'en fin de saison notamment la population de la mineuse pourrait être très importante sans l'effet d'autres facteurs comme la rareté de la ressource alimentaire et l'abaissement de la température.

### 3.5.3. Rôle de la nourriture

Comme il a déjà été noté, la présence de jeunes pousses pourrait être un facteur important dans la poursuite de l'activité de la mineuse, notamment en fin de saison. Cela n'est toutefois possible que sur citronniers et sous certaines conditions climatiques. En novembre 1997 et 1999, de telles pousses ont été plutôt rares (moins d'une unité et une dizaine par arbre, respectivement, en 1997 et 1999), alors qu'elles étaient abondantes en 1998 à la même période (110 pousses par arbre). La situation particulièrement favorable de cette année a été mise à profit pour évaluer l'influence de la nourriture sur l'évolution quantitative de la mineuse, sachant que les effectifs de départ (fin septembre) de la population (larves âgées et nymphes) avaient été globalement comparables pour les trois années étudiées (tableau III).

L'analyse des résultats a montré que lorsque les jeunes pousses se font rares, la femelle dépose ses œufs sur les quelques feuilles réceptives disponibles avec, pour conséquence, une concentration de la ponte qui a conduit à l'observation d'environ 7 individus par feuille en 1997 et 1999

**Tableau III.**

Suivi des stades pré-imaginaux vivants de *Phyllocnistis citrella* évoluant sur citronniers en verger conduit selon des techniques traditionnelles (Tunisie). Les observations sont faites en novembre sur les pousses d'automne.

Année d'observation	Nombre de feuilles observées	Nombre de stades jeunes (œufs + jeunes larves) par feuille	Nombre de stades âgés (larves âgées + nymphes) par feuille	Taux de réduction <sup>1</sup> des stades âgés par rapport aux stades jeunes (%)
1997	386	6,81	0,17	98,53
1998	985	2,35	1,27	45,96
1999	547	6,61	1,17	82,30

<sup>1</sup> Taux de réduction =  $100 \times [(\text{nombre de stades jeunes par feuille}) - (\text{nombre de stades âgés par feuille})] / (\text{nombre de stades jeunes par feuille})$ .

(tableau III). Les larves qui en ont été issues ont eu peu de chance d'arriver à terme et les taux de survie ont été évalués à environ 2 % en 1997 et 20 % en 1999. En revanche, en présence d'une forte poussée de sève telle que celle qui a été observée en 1998, la ponte a été mieux répartie avec 2,35 individus par feuille en moyenne et un taux de survie amélioré, de l'ordre de 54 % (tableau III). Il y a donc une grande dépendance de la mineuse vis-à-vis des jeunes pousses dont la présence est nécessaire au développement de sa descendance.

#### 4. Discussion et conclusion

Chez le genre *Citrus*, hors *C. lemon*, la formation de trois poussées de sève au cours de l'année semble un phénomène général dans le Bassin méditerranéen [21]. En Floride, région à climat subtropical, il peut y en avoir trois à cinq [1]. Selon ces auteurs c'est la poussée estivale qui est la plus importante puisqu'elle serait responsable de 45 % à 55 % du total du feuillage, alors qu'en Tunisie c'est la poussée printanière qui prédomine représentant 60 % de la partie feuillue de l'arbre. La rythmicité phénologique du citronnier est moins apparente puisque de nouvelles pousses sont pratiquement visibles toute l'année avec cependant deux poussées de sève principales : l'une au printemps et l'autre en automne. Il en serait de même dans d'autres régions [1, 22]. Le citronnier serait donc une plante hôte capable d'assurer en permanence la survie de l'espèce *P. citrella* dont la forte activité de multiplication lors des poussées d'été et d'automne présenterait un certain répit en hiver et au printemps, période défavorable pendant laquelle l'insecte serait essentiellement à l'état de nymphe. Hoy et Nguyen [11] ont rapporté qu'au Japon cependant l'hibernation a lieu à l'état adulte, bien que la période de multiplication active s'observe, elle aussi, en été et en automne [23]. Dans les régions à climats plus contrastés comme en Floride, la phase de reproduction peut débuter très tôt dans la saison [1, 24] et la mineuse peut présenter jusqu'à treize générations par an [11]. En Tunisie, nous avons pu en dénombrer dix sur citronniers et huit sur orangers.

Sur le plan quantitatif, le climat paraît jouer un rôle de premier plan dans la dynamique des populations de la mineuse. Ainsi les températures hivernales proches de zéro, en occasionnant la brûlure des jeunes pousses, voire leur dessèchement et leur chute, entraînent la quasi disparition des formes larvaires et ralentissent le développement des stades qui survivent. Il en est de même des fortes chaleurs de l'été surtout lorsqu'elles sont accompagnées de sirocco. Selon Mingdo *et al.* [9], ces conditions climatiques agiraient indirectement en provoquant un stress hydrique des feuilles, lequel serait préjudiciable aux larves s'y trouvant.

La disponibilité de la ressource alimentaire peut être un facteur important de la variation de la population. Lorsque les feuilles réceptives se raréfient alors que la population imaginaire est importante (milieu de l'automne), les quelques pousses disponibles hébergent une très forte densité des stades juvéniles de la mineuse qui entraîne leur flétrissement puis leur chute. Il pourrait s'ensuivre une raréfaction de la mineuse qui ne subsisterait alors que sur les feuilles les plus âgées capables de supporter une telle surpopulation larvaire.

Les ennemis naturels et en particulier les parasitoïdes sont susceptibles aussi d'affecter la capacité de multiplication du ravageur ; le taux de parasitisme serait plus élevé dans les plantations de collection non traitées que dans les vergers industriels. Ces observations rejoindraient celles de Pena *et al.* [24]. Cependant, le contrôle de *P. citrella* par une faune autochtone pourtant diversifiée est mineur. Il en est ainsi également dans certaines régions d'Italie [25, 26] alors que dans leur aire d'origine, les parasitoïdes seraient capables d'assurer une certaine régulation [9]. Ce rôle efficace attribué à cette faune particulière a été à l'origine de l'introduction de parasitoïdes jugés efficaces dans la plupart des pays concernés [1, 11, 12, 22, 27].

En Tunisie deux espèces ont été importées, multipliées et lâchées : d'abord *Agonaspis citricola*, puis *Semiolachar petiolatus*. Alors que Chermiti *et al.* faisaient état de l'établissement de *A. citricola* dans certains

vergers tunisiens en 1997 avec un taux de parasitisme atteignant 45 % [28], nous n'avons retrouvé ce parasitoïde dans nos échantillons que lors de notre première année d'observation ; en revanche, *S. petiolatus* a été observé pendant les trois années consécutives. Une telle disparition d'*A. citricola* de nos prélèvements, également observée au Maroc [29], pourrait traduire un manque d'acclimatation aux conditions locales. Selon Yoder et Hoy [30], *A. citricola* pourrait avoir des souches plus ou moins exigeantes quant à l'humidité atmosphérique. Globalement, cependant, les introductions de parasitoïdes ont amélioré d'une façon significative le taux global de parasitisme de la mineuse, qui est passé de 12 à 40 % en moyenne, mais il est trop tôt pour en mesurer l'impact réel sur la dynamique des populations du ravageur.

L'évaluation de l'action nuisible de *P. citrella* a pu être effectuée en se basant sur la surface foliaire détruite, la densité de larves par organe foliaire ou le taux d'infestation [7]. Il serait dès lors intéressant d'utiliser l'un ou l'autre de ces critères pour apprécier l'importance des dégâts du ravageur en Tunisie, sachant que seules les poussées d'été et d'automne sont susceptibles d'être attaquées dans les plantations d'agrumes en production.

## Remerciements

Les auteurs adressent leurs plus vifs remerciements à Mr J. La Salle pour la détermination des parasitoïdes de *P. citrella*.

## Références

- [1] Knapp J.L., Albrigo L.G., Browning H.W., Bullock R.C., Heppner J.B., Hall D.G., Hoy M.A., Nguyen R., Pena J.E., Stansly P.E., Citrus leaf-miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton: current status in Florida, Fla. Coop. Ext. Serv. Inst. Food and Agric. Sci., Univ. Fla., Gainesville, USA, 1995, 1–35.
- [2] Viggiani G., Research and perspectives on the control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), Ital. Phytophaga 7 (1996–1997) 5–12.
- [3] Ortu S., Acciaro M., Surveys on the damage caused by citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae), Ital. Phytophaga 7 (1996–1997) 13–21.
- [4] Beattie G.A.C., Liu Z.M., Watson D.M., Clift A.D., Jiang L., Evaluation of petroleum spray oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), J. Aust. Entomol. Soc. 1995 34 (4) 349–353.
- [5] Villanueva-Jiménez J.A., Hoy M.A., Nursery management practices for citrus leafminer Citrus Industry, Univ. Fla., IFAS, Entomol. Nematol. Dep., Gainesville, USA, 1997, 80–85.
- [6] Puigros J.M., Marquès X., Mansanet U., Sanz J.V., Confidor: una nueva estrategia para el control de *Phyllocnistis citrella*, Phytoma Esp. 72 (1995) 126–133.
- [7] Kheder Boulahia S., Jerraya A., Jrad F., Fezzani M., L'acetamipride en traitement foliaire et troncal contre la mineuse des agrumes, Phytoma (2002) (sous-presse).
- [8] Conti F., Siscaro R., Schilliro E., *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae): the protection of *Citrus* in nursery conditions, Ital. Phytophaga 7 (1996–1997) 95–109.
- [9] Mingdo H., Daxing C., Li Shuxin, Xiuhui M., Wenchien T., Studies on annual population dynamics and control strategy of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, Acta Entomol. Sinica 32 (1) (1989) 1–11.
- [10] Smith J.M., Hoy M.A., Rearing methods for *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophidae) released in a classical biological control program for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lep.: Gracillariidae), Fla. Entomol. 78 (4) (1995) 600–608.
- [11] Hoy M.A., Nguyen N., Classical biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton, Trop. Lepid. 8 (Suppl. 1) (1997) 1–19.
- [12] Barbagallo S., Longo S., Siscaro G., Pizzazza R., Calamunci R., Pedrotti C., Schilliro E., Conti F., A biological control programme of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) by means of exotic natural enemies, Ital. Phytophaga 7 (1996–1997) 77–84.
- [13] Pomerinke M.A., Stansly P.A., Establishment of *Ageniaspis citricola* (Hym. Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrella* (Lep. Gracillariidae) in Florida, Fla. Entomol. 81 (3) (1998) 361–372.

- [14] White S.A., Babu J.R., Cadalia J.I., Norton J.A., Dybas Y.R.A., Abamectina en el control del minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) y otras plagas, *Phytoma* 72 (1995) 141–144.
- [15] Kheder Boulahia S., Jerraya A., Zaidi A., Essai de traitements chimiques contre la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*, *Fruits* 51 (1996) 223–228.
- [16] Jerraya A., Kheder Boulahia S., Lutte contre la mineuse des agrumes : effet de l'acétamipride, nouvel insecticide, *Phytoma* 499 (1997) 46–50.
- [17] Gioutoku Y., Murai K., Miyata T., Isoda T., The resistance of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton, to insecticides and a laboratory bioassay method, *Jpn. J. Appl. Entomol. Z.* 40 (3) (1996) 238–241.
- [18] El Amami S., Contribution à l'étude de l'évolution des pousses de l'année et des inflorescences chez l'oranger Maltaise de Tunisie et son effet sur le calibre du fruit, *Ann. l'Inrat (Tunisie)* 47 (Fasc.1) (1974) 3–25.
- [19] Chermiti B., Gahbiche H., Braham M., Messelmani B., Rahmouni R., Production de masse d'*Ageniaspis citricola* parasitoïde de la mineuse des agrumes, en Tunisie, *Fruits* 53 (4) (1998) 229–234.
- [20] Chermiti B., Gahbiche H., Braham M., Znaïdi M., Dali M., Parasitisme naturel de la mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), en Tunisie, *Fruits* 54 (1) (1999) 11–22.
- [21] Onillon J.C., Onillon J., Tomassone R., Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'homoptères inféodés aux agrumes. Estimation de la surface d'une feuille en fonction de ses plus grandes dimensions, *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 3 (2) (1971) 183–193.
- [22] Ujiye T., Adachi I., Parasitoïds of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Phyllocnistidae) in Japan and Taiwan, *Jpn. Bull. Fruit Tree Res. Stn. (Minist. Agric., For. Fish.)* 27 (1995) 79–102.
- [23] Pena J.E., Population dynamics of citrus leafminer (Lep. Gracillariidae) as measured by interception traps and egg and larvae sampling in lime, *J. Entomol. Sci.* 33 (1) (1998) 90–96.
- [24] Pena J.E., Duncan R., Browing H., Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lep. Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida, *Citrus Environ. Entomol.* 25 (3) (1996) 698–702.
- [25] Giorgini M., Pedata M., Viggiani G., The parasitoids of *Phyllocnistis citrella* (Lep. Gracillariidae) in Campania, Ital. *Phytophaga* 7 (1996–1997) 31–34.
- [26] Lo Pinto M., Salerno G., Role of indigenous parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) in Western Sicily, Ital. *Phytophaga* 7 (1996–1997) 31–34.
- [27] Neale C., Smith D., Beattie G.A.C., Miles M., Importation, host specificity testing, rearing and release of three parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Australia, *J. Aust. Entomol. Soc.* 34 (1995) 343–348.
- [28] Chermiti B., Braham M., Znaïdi M., Gahbiche H., Messelmani B., Dali M., Messelmani H., Premiers résultats sur l'acclimatation d'*Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Hym., Encyrtidae), parasitoïde spécifique de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep., Gracillariidae), en Tunisie, *J. Appl. Entomol.* 125 (1/2) (2001) 45–52.
- [29] Abbassi M., Harchaoui L., Rizqui A., Nadori E.B., Nia M., Lutte biologique contre la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Gracillariidae), 5<sup>e</sup> Conf. Int. Ravag. Agric., Montpellier, France, *Ann. l'ANPP (tome III)* (1999) 609–615.
- [30] Yoder J.A., Hoy M.A., Differences in water relations among the citrus leafminer and two different populations of its parasitoids inhabiting the same apparent microhabitat, *Entomol. Exp. Appl.* 189 (2) (1998) 169–173.

### **Estudio del minador de cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) en la región de Cap Bon (Tunicia).**

**Resumen — Introducción.** El minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella*, introducido en 1994 en Tunicia, es una importante plaga estenófaga que actúa sólo en brotes jóvenes y cuando las condiciones térmicas son favorables. Para poder realizar posteriormente un control integrado contra *P. citrella*, realizamos un estudio sobre las relaciones entre el clima y el desarrollo de la planta huésped y sus parasitoides naturales. **Material y métodos.** Se efectuó el seguimiento de las poblaciones del minador en limoneros y naranjos entre 1997 y 1999. Se tomaron semanalmente muestras de brotes de diferentes edades, posteriormente se procedió a su examen con lupa binocular. Se contaron todos los estadios preimaginales muertos o vivos del minador. La emergencia en laboratorio de adultos de parasitoides permitió su identificación. **Resultados.** El naranjo presenta tres subidas de savia: en primavera (febrero a abril), verano (junio a julio) y otoño (mediados de agosto a octubre). Las de primavera son las más importantes (60% del follaje) pero se ven poco afectadas por los ataques del minador; las dos brotaciones vegetativas restantes, que dependen de la carga del árbol y de las condiciones climáticas ambientales, están infestadas al 100% permitiendo el desarrollo de ocho generaciones sucesivas de minadores. En el limonero, sin embargo, los brotes jóvenes salen casi todo el año permitiendo que *P. citrella* se mantenga constantemente y desarrolle hasta diez generaciones anuales. La tasa de mortalidad de la plaga depende de las altas temperaturas estivales, las bajas temperaturas, el enrarecimiento de los recursos alimenticios y los enemigos naturales. **Discusión y conclusión.** Se analiza y discute el impacto de estos diferentes factores en la regulación de las poblaciones *P. citrella* en Tunicia.

**Túnez / Citrus / control de insectos / *Phyllocnistis citrella* / ciclo vital / mortalidad / distribución de la población / características del sitio**

---

To access this journal online:  
[www.edpsciences.org](http://www.edpsciences.org)

---