

# Parasitisme naturel de la mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), en Tunisie

Brahim Chermiti\*  
Hend Gahbiche  
Mohamed Braham  
Mourad Znaïdi  
Mohsen Dali

Laboratoire de zoologie agricole,  
École supérieure d'horticulture  
et d'élevage de Chott Mariem,  
4042 Sousse,  
Tunisie

## Natural parasitism of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), in Tunisia.

**Abstract — Introduction.** *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae), a citrus pest, has been recently devastating Tunisian citrus orchards where it had been reported for the very first time in 1994. Before starting development of a biological strategy to control this phytophagous species, the parasite locally found and associated with the citrus leafminer was listed and its impact studied. **Material and methods.** Samples of about ten shoots per sample were regularly collected in 1995 from July to December in various sites representative of Tunisian citrus orchards. Both citrus leafminer adults and parasitoids emerging from this pest were identified on the material collected. The parasitoids associated with *P. citrella* were identified and their impact on *P. citrella* populations was determined taking into account the level of infestation of the leaves. **Results and discussion.** Eight species of parasitoids reported locally were identified. Their total parasitism rate on *P. citrella* populations could reach up to 24% during summer growth flush in some sites and 50% during autumn growth flush. **Conclusion.** The parasitoids of *P. citrella* reported present in Tunisia can control up to 50% of the potential populations of this pest. s. (© Elsevier, Paris)

Tunisia / Citrus / insect control / biological control organisms / *Phyllocnistis citrella* / parasitoids

---

## Parasitisme naturel de la mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), en Tunisie.

**Résumé — Introduction.** *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae) est un nouveau ravageur des agrumes en Tunisie où il a été observé, pour la première fois, en 1994. En préalable à la mise en place d'une lutte biologique contre ce phytophage, l'entomofaune parasitaire locale qui lui est associée a été inventoriée et son action évaluée. **Matériel et méthodes.** Un échantillonnage périodique, portant sur le prélèvement d'une dizaine de pousses par échantillon, a été poursuivi de juillet à décembre 1995 dans différents sites représentatifs des zones de culture des agrumes en Tunisie. Les adultes de la mineuse des agrumes et les parasitoïdes qui en émergent ont été dénombrés sur le matériel prélevé. Les parasitoïdes associés à *P. citrella* ont été identifiés et leur impact sur la limitation des populations du ravageur a été évalué, en liaison avec le niveau d'infestation des feuilles. **Résultats et discussion.** Huit espèces de parasitoïdes locaux ont été identifiées. L'évaluation du taux de parasitisme global qu'ils engendrent sur les populations de *P. citrella* a pu atteindre 24 % au cours de la poussée de sève estivale dans certains sites d'observation et 50 % sur la poussée de sève automnale. **Conclusion.** Les parasitoïdes locaux de *P. citrella*, présents en Tunisie, sont capables d'assurer, au mieux, le contrôle global de 50 % de la population pré-imaginaire du ravageur. (© Elsevier, Paris)

\* Correspondance et tirés à part

Reçu le 30 septembre 1997  
Accepté le 24 février 1998

Fruits, 1999, vol. 54, p. 11–22  
© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL, p. 22

Tunisie / Citrus / lutte anti-insecte / auxiliaire de lutte biologique / *Phyllocnistis citrella* / parasitoïde

## 1. introduction

La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) est un ravageur des agrumes ayant de graves répercussions économiques sur la production. Cet insecte est présent dans de nombreux pays du Sud-Est asiatique qui constitue sa zone d'origine. Il a été trouvé en Australie en 1940 [1], ainsi qu'en diverses îles du Pacifique. Il aurait gagné l'Afrique dès les années 1960 – Soudan en 1962, Ethiopie en 1970 – et se serait installé dans différents pays d'Afrique de l'Ouest – Côte-d'Ivoire, Congo, Gabon, Cameroun, Niger et Bénin – au début des années 1970 [2]. *P. citrella* est rencontré dans le Proche-Orient depuis les années 1970 et a été signalé en Irak vers le début des années 1980 [3].

Depuis quelques années, la mineuse des agrumes a eu très nettement tendance à étendre rapidement son aire de répartition géographique. Ainsi, elle a gagné la Floride en 1993 [4], puis le Texas et le nord du Mexique en 1994 [5] ; elle a fait, en même temps, son apparition dans le Bassin méditerranéen où elle a d'abord été détectée dans la province de Malaga, péninsule ibérique, en août 1993 [6, 7], puis au Portugal en juillet 1994 [8] et enfin dans les îles Canaries en octobre 1995 [9]. En 1994, elle a été signalée en Italie par Ortu et al. [10] et en juin-juillet 1995, à Malte [11]. Argov et al. l'ont observée en Israël [12] et Badar et al. l'ont identifiée en Syrie [13]. Par ailleurs, le ravageur a fait son apparition en Grèce en juin 1995 [14, 15].

Dans le Maghreb, *P. citrella* a gagné le Maroc [16] et l'Algérie [17, 18] en 1994. C'est au mois d'octobre de cette même année qu'il est apparu en Tunisie, dans la région de Tabarka ; depuis, il s'est propagé dans toutes les régions productrices d'agrumes du pays.

La lutte chimique contre ce ravageur présentant des limites [19–21] et la mineuse des agrumes disposant, dans son aire d'origine, d'un large cortège d'ennemis naturels caractérisé à la fois par la diversité des espèces concernées et par leur potentiel biotique [22–27], la lutte biologique apparaissait une

voie intéressante à explorer, confortée par la nécessité d'aménager, par ailleurs, la lutte chimique contre d'autres ravageurs présents en vergers d'agrumes, notamment la mouche méditerranéenne des fruits [28].

À l'instar de l'acclimatation, en Tunisie, de deux parasitoïdes entomophages – *Cales noacki* Howell et *Eretmocerus debachi* Rose & Rosen (Hymenoptera, Aphelinidae) – respectivement spécifiques d'*Aleurotrixus floccosus* (Maskell) et de *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera, Aleurodidae) [29, 30], un programme d'introduction d'*Agonaspis citricola* Logvinovskaya (Hymenoptera, Encyrtidae), endoparasitoïde spécifique de la mineuse, a donc été envisagé. En préalable à cela, les travaux présentés ont cherché à faire l'inventaire du complexe parasitaire associé à *P. citrella* en Tunisie et à évaluer son impact sur les populations pré-imaginaires du ravageur.

## 2. matériel et méthodes

### 2.1. localisation des sites d'observation

Des prospections systématiques ont été réalisées dans 22 sites couvrant la majorité des écosystèmes occupés par les vergers d'agrumes en Tunisie (*figure 1*) ; ils ont été répartis comme suit :

- Quinze sites ont été localisés dans la région du Cap Bon, spécifiquement dédiée à la culture des agrumes et appartenant à l'étage bioclimatique sub-humide [31] : Batrou, Béni Khair, Bir Bouregba, Bir Drassen, Bouargoub, El Gobba, Hammamet, Maamoura, Menzel Bouzelfa, Mraïssa, M'razgha, Nabeul, Somâa, Takelsa et Zaouit Jedidi.

- Cinq sites ont été choisis au nord du pays, dans la région de Tunis appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride : Ghazala, Mornag, Khélidia, Sidi Thabet et Soukra [31].

- Deux derniers sites ont été définis au centre de la Tunisie, région qui correspond à l'étage bioclimatique aride : Chott Mariem (région côtière) et Sbikha (région continentale) [31].

Dans chacun de ces lieux d'observation, un verger de d'agrumes âgés de 40 ans environ a servi de support aux prospections.

## 2.2. la plante hôte

En Tunisie, les agrumes développent principalement trois poussées de sève : l'une est printanière, la seconde se fait en été, la dernière a lieu en automne.

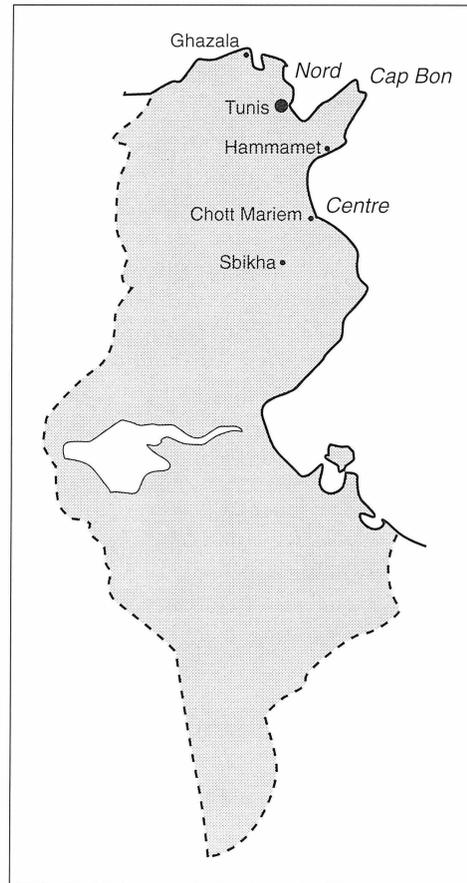
Les vergers échantillonnés, fortement infestés par *P. citrella*, ont reçu peu ou pas du tout de traitements chimiques durant les deux dernières poussées de sève de l'année 1995. Chacun de ces vergers comportait une ou plusieurs espèces et/ou variétés cultivées d'agrumes.

## 2.3. méthodologie

Afin d'évaluer le degré de parasitisme naturel, global, de la population de *P. citrella* présente sur les plantes hôtes réparties dans les divers sites d'observation, des échantillonnages ont été effectués ponctuellement entre le 11 juillet et le 7 décembre 1995. Ils ont donc concerné les deux poussées de sève estivale et automnale de cette même année. Les prospections n'ont cependant pas porté, nécessairement, en été et en automne, sur les mêmes sites et/ou les mêmes espèces ou variétés hôtes.

D'autre part, l'évolution du parasitisme naturel en fonction du temps et de l'infestation des feuilles d'agrumes par *P. citrella* a été étudiée sur trois hôtes (citronnier, bigaradier et oranger cv. Maltaise), au moyen d'une série d'échantillonnages échelonnés sur 5 à 8 semaines durant la poussée de sève automnale de l'année 1995. Cette phase de l'expérimentation a concerné cinq sites d'observation : Béni Khiar, Hammamet et M'razgha de la région du Cap Bon et Khélidia et Sidi Thabet dans la zone nord.

Chaque échantillon a été constitué d'un nombre minimal d'une dizaine de pousses prélevées au hasard sur la plante hôte. Les feuilles infestées par des individus de *P. citrella* vivants, morts ou parasités, d'où ont été récupérés, par la suite, les adultes de la mineuse ou de ses parasitoïdes, ont été placées au laboratoire, dans des condi-



**Figure 1.** Localisation géographique des régions (Nord, Centre et du Cap Bon) productrices d'agrumes en Tunisie, prospectées afin d'identifier les parasitoïdes de *Phyllocnistis citrella* présents localement.

tions semi-naturelles (25–28 °C, 60–80 % d'humidité relative).

Deux dispositifs particuliers ont permis de suivre l'évolution du développement des insectes :

- l'un est constitué par un sac en plastique transparent, gonflé et fermé, renfermant des feuilles infestées et du papier filtre humide, renouvelé au besoin, pour retarder une éventuelle apparition des champignons ;

- le second utilise de petits éclosiers en plexiglas, constitués de deux parties emboîtées, formant un cylindre (longueur = 22,5 cm, diamètres supérieur et inférieur = 9 cm et 10,5 cm, respectivement) et portant des fenêtres grillagées, circulaires à chaque extrémité ; une à deux fois par jour, les émergences des adultes de *P. citrella* et des parasitoïdes ont été dénombrées ; cependant, avec l'utilisation de ce dispositif, une partie des larves et des chrysalides se dessèchent avant l'achèvement du développe-

ment des parasitoïdes éventuels. C'est pourquoi, à la fin de la phase d'émergences, les chrysalides mortes, observées dans les cages, ont été dénombrées.

Les adultes de parasitoïdes récupérés ont été placés dans des tubes à hémolyse remplis d'alcool à 70°, munis des informations suivantes : date d'émergence, site de prélèvement de l'échantillon, variété d'agrumes infestée. L'identification de ces parasitoïdes a ensuite été effectuée à l'*International Institute of Entomology*, Londres, par J. La Salle.

Le pourcentage d'infestation des feuilles a été calculé en rapportant l'effectif des feuilles infestées à l'effectif total des feuilles prélevées et le taux de parasitisme naturel a été évalué par le nombre total des adultes de parasitoïdes émergés durant la période de suivi, rapporté à la somme des effectifs des adultes de *P. citrella*, des chrysalides mortes et des adultes des parasitoïdes.

### 3. résultats et discussion

#### 3.1. espèces de parasitoïdes inventoriées

Huit espèces hyménoptères chalcidoïdes ont été identifiées parmi les prélèvements effectués (tableau I).

De distribution cosmopolite, le genre *Cirrospilus* regroupe des espèces parasitoïdes primaires, souvent polyphages, se comportant rarement en hyperparasites [32]. Dans plusieurs contrées, l'espèce *pic-*

*tus* est un ectoparasitoïde de larves mineuses de coléoptères et de lépidoptères, en particulier de la mineuse des agrumes [33]. En Espagne, dans la région de Valence, *C. pictus* attaque essentiellement les larves du troisième stade de *P. citrella* et peut engendrer un pourcentage de parasitisme variant de 3 à 60 %. Il peut également se comporter en hyperparasite aux dépens du parasitoïde *Pnigalio mediterraneus* [27].

Les espèces du genre *Diglyphus* sont des parasitoïdes des larves mineuses de diptères, dont plusieurs sont utilisées en lutte biologique contre divers Agromyzidae. D'autres attaquent occasionnellement des mineuses de lépidoptères [33]. *D. isaea* a été signalé pour la première fois sur la mineuse des agrumes en Tunisie [32] et en Turquie [34] en 1996 ; il est cependant peu probable que cette espèce, ou d'autres de ce genre, puissent constituer des composantes du complexe parasitaire associé à ce ravageur [32].

Le genre *Neochrysocharis* renferme des espèces parasitoïdes de diptères Agromyzidae et Chloropidae, ainsi que d'hyménoptères Ichneumonidae. L'espèce *formosa* est un endoparasitoïde des larves mineuses [33].

*Pnigalio* sp. est un ectoparasitoïde solitaire des larves mineuses, appartenant aux ordres des coléoptères, lépidoptères, hyménoptères et diptères [33, 35].

Les espèces du genre *Sympiesis* sont des ectoparasitoïdes solitaires ou grégaires de larves et parfois de nymphes de lépidoptères, coléoptères, diptères et hyménoptères. La nymphose s'effectue généralement à l'intérieur de la galerie de l'hôte [33].

Les espèces du genre *Teleopteris* sont des endoparasitoïdes des œufs et des jeunes larves de coléoptères, lépidoptères, hyménoptères et diptères. *T. erxias* parasite les œufs [33].

*Pteromalus* est un genre cosmopolite dont les espèces attaquent plusieurs hôtes appartenant aux ordres des lépidoptères, diptères, coléoptères et hyménoptères [32].

Depuis l'introduction récente de *P. citrella* dans le Bassin méditerranéen, l'intérêt suscité par les parasitoïdes qui lui sont associés n'a cessé de croître et de concerner la

**Tableau I.**

Parasitoïdes de *Phyllocnistis citrella* identifiés en vergers d'agrumes en Tunisie, en automne 1995.

Famille	Genre et espèce
Eulophidae	<i>Aprostocetus</i> sp.
	<i>Cirrospilus pictus</i> (Nees)
	<i>Diglyphus isaea</i> (Walker)
	<i>Neochrysocharis formosa</i> (Westwood)
	<i>Pnigalio</i> sp.
	<i>Sympiesis gregori</i> Boucek
	<i>Teleopteris erxias</i> (Walker)
Pteromalidae	<i>Pteromalus</i> sp.

majorité des pays. Si plusieurs espèces sont retrouvées dans toutes les contrées, d'autres ne sont signalées que dans certaines d'entre elles. C'est ainsi qu'*Aprostocetus* sp. n'a été observé qu'en Tunisie, alors que *C. pictus* est une espèce beaucoup plus répandue ; elle a été trouvée en Égypte, Libye, Italie [31] et en Espagne [6, 36]. Il pourrait s'agir d'une espèce méditerranéenne. Par ailleurs, *Pnigalio* sp. a été observé à Chypre [33], en Libye, au Maroc, en Espagne [6, 36], en Turquie et en Israël ; il s'agirait probablement d'une seule et même espèce. Les quatre espèces *D. isaea*, *S. gregori*, *T. erxias* et *Pteromalus* sp. ont été signalées pour la première fois sur la mineuse des agrumes en Tunisie, à l'occasion de nos prospections. L'espèce *T. erxias* a été repérée pour la première fois en Italie en 1996 [32], *N. formosa* a été identifiée en Turquie et, enfin, *Pteromalus* sp. a été rencontré en Turquie, à Chypre [34].

Hormis le cas de la Turquie où dix espèces de parasitoïdes ont été recensées, – parmi lesquelles *Cirrospilus* sp. nr. *lyncus* (Walker), *C. variegatus* (Masi), *Ratzeburgiola incompleta* Boucek, *Neochrysocharis formosa* et *Pnigalio* sp. sont les plus abondantes [34], – la faune parasitaire associée à la mineuse des agrumes, en Tunisie, est plus riche que celle recensée dans les autres pays du Bassin méditerranéen. Ainsi, en Syrie, seuls trois Eulophidae ont été rencontrés : *Cirrospilus* sp. nr. *lyncus* (Walker), *Neochrysocharis* sp. et *Ratzeburgiola incompleta* [13]. En Espagne, quatre espèces *Pnigalio* sp., *Sympiesis sandanis* (Walker) *Cirrospilus vittatus* Walker et *C. pictus* ont été observées à Malaga [7] ; *Pnigalio mediterraneus*, *Cirrospilus pictus*, *C. vittatus*, *Sympiesis sandanis*, *S. gregori* et *Chrysocharis* sp. ont été signalés dans la région de Valence [27] ; *Sympiesis gordius* et *Cirrospilus pulcherrimus* ont été remarqués, en faibles effectifs, dans la région de Huelva [9]. En Israël, Argov et Rossler [37] ont identifié les quatre espèces *Ratzeburgiola incompleta*, *Cirrospilus* sp. nr. *lyncus*, *Chrysocharis pentheus* (Walker) et *Pnigalio* sp. En Italie, *Apotetrastichus sericothorax* (Szelenyi), *Cirrospilus diallus* Walker et *C. pictus* (Nees) ont été signalés [32] ; au Maroc, *Pnigalio* sp. et *Cirrospilus* sp. [16] ; en Algérie, *Pnigalio* sp. et *Cirrospilus pictus* [18].

En Thaïlande, berceau d'origine de la mineuse des agrumes, dix parasitoïdes ont été identifiés ; les plus abondants sont *Ageniaspis citricola*, *Quadrastichus* sp., *Cirrospilus quadristriatus* (Rao et Ramamani) (synonyme *C. ingenuus* Gahan) et *Citrostichus phyllocnistoides* [38]. En Inde, *Tetrastichus phyllocnistoides* et *Cirrospilus quadristriatus* sont les plus fréquents et leur taux de parasitisme peut atteindre 50 % de la population de *P. citrella*. En Chine, ces deux espèces de parasitoïdes sont également présentes et leur taux maximal de parasitisme est de 67 et 40 %, respectivement [22].

### 3.2. taux de parasitisme mesuré selon les sites et les plantes hôtes

L'infestation parasitaire atteint des valeurs maximales de 24 % en été (*tableau IIa*) et de 50 % en automne (*tableau IIb*), respectivement à Bir Bouregba sur oranger et à Chott Mariem, sur bigaradier. D'après les identifications qui ont suivi les prélèvements, ce sont les genres *Pnigalio* et *Cirrospilus* qui sont les plus représentés. Par ailleurs, *Pnigalio* sp., présent dans tous les sites, est prédominant en été et *Cirrospilus pictus* en automne.

À titre de comparaison, en Espagne, dans la région de Murcie, *Cirrospilus pictus* et *Pnigalio* sp. engendreraient un taux de parasitisme de l'ordre de 20 % [6, 36]. Dans la région de Valence, ce serait l'espèce *P. mediterraneus* qui serait prédominante [27]. Au Maroc, le taux de parasitisme naturel engendré par *Pnigalio* sp. a été évalué à 15 % [16].

#### 3.2.1. parasitisme naturel sur la poussée de sève estivale

Aucune activité parasitaire, sinon minimale, n'a été observée avant le 17 juillet dans les différents sites étudiés. À partir de cette date, le parasitisme se manifeste sur citronnier, dans la région d'Hammamet, à hauteur d'un taux de 1,19 %. Il évolue ensuite jusqu'à un taux de 24,3 % mesuré le 24 juillet sur oranger, dans le site de Bir Bouregba (*tableau IIa*).

**Tableau II.**

Pourcentage de parasitisme naturel, tous parasitoïdes confondus, du ravageur *Phyllocnistis citrella*, mesuré, en 1995, sur des agrumes du genre *Citrus*, à partir d'échantillonnages effectués dans divers sites d'observation en Tunisie.

Site d'observation	Espèce de la plante hôte	Date de prélèvement	Nombre de pousses prélevées	Taux d'infestation des feuilles (%)	Nombre de logettes nymphales	Taux de parasitisme (%)
a) parasitisme de <i>P. citrella</i> prélevé sur les tiges issues de la poussée de sève estivale.						
Région Cap Bon						
Batrou	<i>clementina</i>	26 juillet	17	84,40	95	0
Béni Khiair	<i>aurantium</i>	29 juillet	12	83,87	106	11,32
	<i>clementina</i>	8 août	11	83,47	104	0
Bir Bouregba	Maltaise <sup>1</sup>	8 août	14	61,06	40	0
	Maltaise <sup>1</sup>	24 juillet	13	65,21	74	24,30
Bir Drassen	Maltaise <sup>1</sup>	10 août	11	46,07	47	0
		24 juillet	13	60,18	78	0
Bouargoub	Maltaise <sup>1</sup>	8 août	10	78,37	62	0
		24 juillet	11	75,00	89	0
El Gobba	Maltaise <sup>1</sup>	10 août	10	51,08	48	0
Hammamet	<i>lemon</i>	17 juillet	24	91,00	331	0
		17 juillet	17	90,95	173	1,15
Maamoura	<i>reticulata</i>	24 juillet	14	86,63	167	1,19
		7 août	14	56,11	106	6,60
Mraïssa	<i>clementina</i>	26 juillet	12	63,77	61	0
		29 juillet	29	90,55	132	0
M'razgha	Valencia Late <sup>1</sup>	11 juillet	34	98,45	246	0
	<i>clementina</i>	29 juillet	11	80,58	76	1,30
Région Nord						
Ghazala	<i>clementina</i>	4 août	13	44,52	63	11,11
	<i>lemon</i>	4 août	12	92,78	45	0
	Thomson <sup>1</sup>	4 août	14	84,29	104	0
	Valencia Late <sup>1</sup>	4 août	34	46,51	64	0
	Maltaise <sup>1</sup>	4 août	35	11,77	51	0
Région Centre						
Sbikha	<i>sinensis</i>	2 août	19	29,18	82	2,43
	<i>clementina</i>	2 août	18	28,62	83	1,20
	Maltaise <sup>1</sup>	2 août	29	15,36	128	0
	<i>lemon</i>	2 août	28	34,30	97	3,09
	Valencia Late <sup>1</sup>	2 août	17	22,36	41	0
	Thomson <sup>1</sup>	2 août	21	25,00	51	0
	<i>reticulata</i>	2 août	17	38,73	102	0
<i>grandis</i>	2 août	13	13,84	34	0	

b) parasitisme de *P. citrella* prélevé sur les tiges issues de la poussée de sève automnale.

Région Cap Bon						
Béni Khiair	<i>aurantium</i>	16 novembre	13	94,94	117	11,36
		24 novembre	8	61,90	18	27,77
Bir Bouregba	<i>lemon</i>	28 septembre	19	87,09	83	22,22
		16 octobre	30	98,85	223	1,12
Bir Drassen	Maltaise <sup>1</sup>	12 octobre	24	98,47	81	0,00
		26 octobre	16	86,71	88	5,12
Bouargoub	Maltaise <sup>1</sup>	4 octobre	19	95,38	62	23,07
		26 octobre	25	89,63	145	4,76

Site d'observation	Espèce de la plante hôte	Date de prélèvement	Nombre de pousses prélevées	Taux d'infestation des feuilles (%)	Nombre de logettes nymphales	Taux de parasitisme (%)
Région Cap Bon (suite)						
El Gobba	<i>sinensis</i>	28 septembre	23	51,16	34	3,44
	<i>grandis</i>	1 novembre	22	82,87	224	0,00
Hammamet	<i>lemon</i>	4 octobre	62	97,29	442	39,39
		26 octobre	10	100,00	128	1,31
Mzi Bouzelfa	Maltaise <sup>1</sup>	10 octobre	22	100,00	133	0,00
		1 novembre	11	80,70	90	6,52
Mraïssa	Valencia Late <sup>1</sup>	12 octobre	19	100,00	159	5,26
		29 novembre	23	95,37	112	39,28
M'razgha	<i>aurantium</i>	4 octobre	72	97,60	194	28,94
		12 octobre	60	95,80	522	14,89
Nabeul	<i>sinensis</i>	11 octobre	49	99,73	376	0,00
Somâa	<i>aurantium</i>	8 novembre	25	90,39	323	2,10
		16 novembre	32	97,38	217	1,61
Takelsa	<i>aurantium</i>	29 novembre	12	98,48	30	20,00
Zaouit Jedidi	<i>lemon</i>	10 octobre	12	100,00	21	4,76
Région Nord						
Mornag	Maltaise <sup>1</sup>	24 octobre	21	100,00	194	20,58
		9 novembre	13	98,74	29	12,50
Khélidia	Maltaise <sup>1</sup>	8 novembre	58	69,63	550	45,67
		22 novembre	28	67,11	154	20,23
Sidi Thabet	Maltaise <sup>1</sup>	9 novembre	75	89,27	604	12,72
		28 novembre	89	95,17	505	29,52
Soukra	<i>clementina</i>	9 novembre	13	76,47	51	14,28
	<i>sinensis</i>	24 octobre	8	98,50	28	0,00
	<i>grandis</i>	29 octobre	20	83,18	58	33,33
Région Centre						
Chott Mariem	<i>aurantium</i>	27 novembre	23	100,00	108	38,88
		7 décembre	32	68,20	177	50,84

<sup>1</sup> Maltaise, Thompson et Valencia late sont des cultivars de *C. sinensis*.

De la fin juillet à début août, le parasitisme naturel, de l'ordre de 11 %, est relativement important à Béni Khair et Ghazala (*tableau IIa*). Dans la région de Sbikha et sur les huit espèces et cultivars hôtes, le pourcentage de parasitisme est limité : 3 % sur citronnier, 2,4 % sur oranger et 1,2 % sur clémentinier (*tableau IIa*).

### 3.2.2. parasitisme naturel sur la poussée de sève automnale

Dans les sites échantillonnés dans la région du Cap Bon, le taux de parasitisme enregistré varie considérablement d'un site échantillonné à l'autre ; trois catégories de

vergers peuvent être identifiées à partir des valeurs obtenues :

– les vergers fortement parasités : Takelsa avec 20 % de parasitisme sur bigaradiers, Bir Bouregba avec 22,22 % sur citronniers, Bouargoub avec 23 % sur orangers cv. Maltaise, Béni Khair avec 27,77 % et M'razgha avec 28,94 % sur bigaradiers et Hammamet et Mraïssa où le taux de parasitisme peut dépasser 39 % sur citronniers et sur oranger cv. Valencia Late, respectivement ;

– les vergers dont le pourcentage de parasitisme est très faible, ne dépassant guère le taux de 7 % ; ils sont localisés à Bir Drassen, El Gobba, Menzel Bouzelfa et Zaouit Jedidi ;

– le verger du site de Nabeul où aucune activité parasitaire sur la mineuse n'a pu être notée. Cela pourrait être lié au fait que

ce site se trouve à proximité d'une agglomération industrielle.

Dans le nord du pays, le taux de parasitisme naturel est relativement élevé, il est de 20,58 % à Mornag, de 29,52 % à Sidi Thabet et de 45,67 % à Khélidia et cela, sur la même plante hôte, l'oranger. En revanche, il est très faible à Soukra ne dépassant guère 5 % sur mandarinier. À noter que ce dernier site, originellement planté d'agrumes, a subi des modifications suite à l'introduction de nombreuses autres essences fruitières qui nécessitent l'utilisation d'une lutte chimique.

Dans les sites étudiés dans la région du centre, le taux de parasitisme est relativement important sur la côte, avec 50,24 % à Chott Mariem sur bigaradier, zone gardée à l'état naturel, sans aucune intervention chimique depuis une dizaine d'années. Plus à l'intérieur du pays, il est de l'ordre de 20 % à Sbikha, sur oranger cv. Valencia Late.

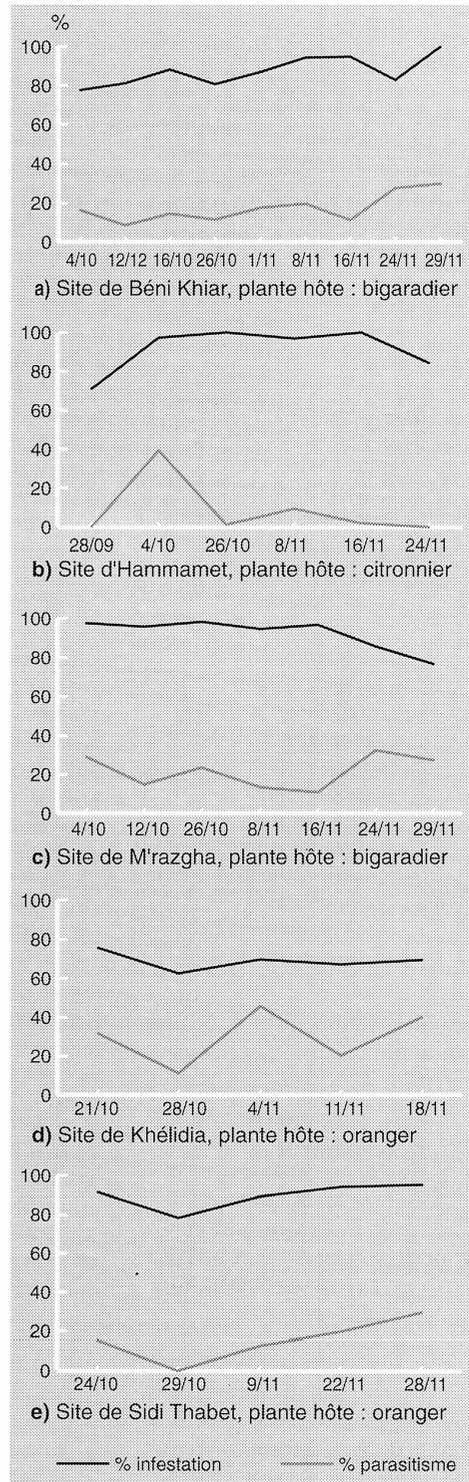
### 3.3. évolution du parasitisme naturel en rapport avec l'infestation des feuilles

#### 3.3.1. site de Béni Khiar

Durant la période d'observation qui s'est étendue sur les mois d'octobre et de novembre, l'infestation des feuilles de bigaradier par la mineuse a été plus ou moins régulière et oscillé entre 78 et 95 % (figure 2a). À cette évolution, a correspondu un pourcentage de parasitisme également régulier variant entre 9 et 28 % jusqu'à la mi-novembre. C'est au dernier contrôle, le 29 novembre, que l'activité parasitaire a atteint son pourcentage de parasitisme maximal de 30 %, alors que, simultanément, l'infestation des feuilles était elle-même maximale (figure 2a). Ce bon taux de parasitisme pourrait correspondre à une activité plus marquée des parasitoïdes en fin d'automne. En Espagne, Garcia-Mari [9] indique en effet que le parasitisme naturel croît en automne.

#### 3.3.2. site d'Hammamet

L'action des parasitoïdes commence à être décelée le 4 octobre, avec 39,4 % de parasitisme (figure 2b) alors que l'infesta-



**Figure 2.** Évolution des taux de parasitisme naturel de *Phyllocnistis citrella* et des pourcentages d'infestation des feuilles par ce ravageur, sur des tiges issues de la poussée de sève automnale de l'année 1995, dans cinq vergers d'agrumes de Tunisie.

tion des feuilles de citronnier atteint 98 % des échantillons.

Ce taux de parasitisme chute à 1,3 % le 26 octobre bien que l'infestation des feuilles se poursuive de façon régulière et optimale. Il s'élève ensuite rapidement pour atteindre 9,5 % le 8 novembre, puis redescendre et s'annuler à la fin du mois de novembre, alors que l'hôte, qui présente des taux d'infestation de 84 % le 24 novembre, est disponible.

### 3.3.3. site de M'razgha

Dans ce verger, l'infestation sur bigaradier est importante ; elle se maintient presque constante, entre 94 et 98 %, jusqu'à la mi-novembre et diminue ensuite jusqu'à 76 % à la fin du même mois (*figure 2c*). Conjointement, le parasitisme fluctue d'abord entre 11 et 29 % et atteint 32 % le 24 novembre pour redescendre à 27 %, 5 jours plus tard. À noter qu'à l'instar du verger de Béni Khiar, l'activité parasitaire est accrue en fin d'automne sur le même hôte bigaradier.

### 3.3.4. site de Khélidia

Le verger d'oranger du cv. Maltaise étudié sur ce site a été copieusement amendé en engrais organiques, ce qui a permis l'émission d'une poussée végétative en automne spécialement vigoureuse. Il en a résulté une infestation modérée des arbres par le ravageur, concrétisée par moins de 75 % des feuilles échantillonnées, attaquées par la mineuse des agrumes (*figure 2d*).

Sur cette infestation plus faible que celle enregistrée dans les autres vergers, l'activité parasitaire a été plus intense, débutant avec un pourcentage de parasitisme global de 32 % le 21 octobre ; ce taux a fléchi une semaine plus tard, en raison, probablement, d'une chute de l'infestation ; il s'est pourtant élevé ensuite jusqu'à 46 % le 4 novembre, avant de redescendre à 21 %, une semaine plus tard, en dépit d'une infestation maintenue presque constante ; une nouvelle augmentation de l'activité de parasitisme, qui atteint un taux de 40 %, a alors été enregistrée le 18 novembre ; elle marque l'amorce de l'accroissement de l'activité des parasitoïdes, avec l'avènement de la fin de l'automne.

### 3.3.5. site de Sidi Thabet

Ce verger d'orangers du cv. Maltaise reçoit régulièrement, chaque année, au début du mois d'octobre et à la mi-novembre, des traitements insecticides aériens au Malathion pour lutter contre la cératite.

Le 24 octobre, l'activité du complexe parasitaire, évaluée à 15 % de *P. citrella* parasités, est relativement importante ; elle devient nulle, pourtant, le 29 octobre (*figure 2e*). Cette chute, associée à la chute de l'infestation des feuilles, pourrait être provoquée par la première application chimique aérienne.

Au cours du mois de novembre, cependant, l'activité parasitaire reprend, évoluant de 13 % à près de 30 %, entre le 9 et la fin du mois ; cela est vraisemblablement lié à une activité accrue des parasitoïdes en automne.

## 4. conclusion

L'étude du complexe parasitaire local associé à la mineuse des agrumes en Tunisie, menée pendant 5 mois sur les poussées de sève estivale et automnale de l'année 1995, a révélé la présence de huit espèces de parasitoïdes.

L'estimation du taux de parasitisme global a mis en évidence, dans un certain nombre de sites d'observation, une action non négligeable des parasitoïdes locaux sur la mineuse, pouvant atteindre 24 % sur la poussée estivale et 50 % sur la poussée de sève automnale. Nos résultats rejoignent ceux de Garcia-Mari en Espagne [9] qui indiquent que le taux de parasitisme est bas en été, ne dépassant guère les 20 %, et s'élève en automne jusqu'à un taux compris entre 30 et 60 %. En Syrie, le taux de parasitisme naturel a été évalué à, environ, 80 % en août 1995, 89 % en septembre, 94 % en octobre et 4 % en décembre de la même année [13].

Le suivi de l'évolution au cours du temps du parasitisme naturel révèle, en automne, un taux de parasitisme relativement bas et irrégulier sur citronnier dans le site d'Hammamet et plutôt constant sur bigaradier,

dans chacun des vergers de Béni-Khiar et M'razgha.

Sur oranger cv. Maltaise, le taux de parasitisme semble être favorisé par la présence de nouvelles pousses (cas du site de Khélidia), mais affecté par les traitements chimiques (cas du verger de Sidi Thabet).

Toutefois et dans presque tous les cas, le parasitisme naturel a tendu à augmenter en fin de poussée de sève, confirmant le fait établi que l'apparition des parasitoïdes suit celle de leur hôte dans le temps.

En définitive, les vergers non traités et très infestés par la mineuse sont caractérisés par un pourcentage de parasitisme non négligeable et relativement constant. L'abondance de l'hôte conditionne sans doute les possibilités de multiplication des parasitoïdes, tandis que les traitements phytosanitaires ont probablement une incidence très marquée sur leur développement.

D'autre part, les sites échantillonnés ont montré que *Phygadeuon* sp. était prédominant en été et *Cirrospilus pictus* en automne ; cela pourrait être lié à l'adaptation de ces deux espèces à la sécheresse.

L'étude du parasitisme local de la mineuse des agrumes en Tunisie devra être complétée par l'étude de l'importance relative des différentes espèces de parasitoïdes en fonction de la localisation des vergers et des variétés d'agrumes exploitées. En outre, ce travail devrait être étoffé par la recherche des hôtes autres que la mineuse des agrumes (hôtes alternatifs) afin d'en déduire la provenance des parasitoïdes ainsi que la(es) raison(s) de leur installation sur *P. citrella*, peu après son introduction en Tunisie. Ce taux de parasitisme naturel pourrait être amélioré par une meilleure gestion de la lutte chimique menée contre l'ensemble des micro-arthropodes phytophages qui coexistent dans le verger d'agrumes : acariens, aleurodes, cochenilles, mineuse des agrumes et surtout mouche méditerranéenne des fruits.

## remerciement

Les auteurs remercient le Dr John La Salle, de l'Institut International d'Entomolo-

gie de Londres, pour son aimable collaboration.

## références

- [1] Wilson C., Citrus leafminer, Department of primary industry and fisheries, Agnote n° 443, Northern Territory of Australia, 1991.
- [2] Guéroul R., Apparition de *Phyllocnistis citrella* Stainton en Afrique de l'Ouest, Fruits 29 (7-8) (1974) 519-523.
- [3] Anonyme Rapport technique sur la lutte contre la mineuse des agrumes en Irak, League of Arab States, Arab Organization for Agricultural Development, Khartoum, Soudan, 1995, 21 p., en arabe.
- [4] Heppner J. B., Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae), Fla. Dept. Agric. Consumer Serv., Div. Plant Indus. Ent. Cir., Gainesville, FL, n° 359, 1993, pp. 1-2.
- [5] Coleman B., Pena J., Citrus leafminer control, Citrus Ind. 4 (1994) 36-37.
- [6] Garrido A., El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton): morfología, biología, comportamiento, daños, interacción con factores foráneos, Phytoma 72 (octubre), VI<sup>e</sup> Symposium International, La Sanidad de Los Cítricos en el area mediterránea (1995) 84-92.
- [7] Garrido A., del Busto T., Enemigos de *Phyllocnistis citrella* Stainton, encontrados en Málaga, Inves. Agrar., Fuera de Serie n° 2 (1994) 87-92.
- [8] Grenahes M., Cavaco M., Loares C., Fernandes E., *Phyllocnistis citrella* Stainton au Portugal, in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 22 p.
- [9] Garcia-Mari F., Two and a half years of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* in Spain: August, 93- February, 96 in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 6 p.
- [10] Ortu S., Delrio G., Lentini A., La minatrice serpentina degli agrumi in Italia: *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep.: Gracillariidae: Phyllocnistinae), Informatore Fitopatologico (3) (1995) 38-41.
- [11] Anonyme, The Maltese islands (Central Mediterranean), in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 5 p.

- [12] Argov Y., Rossler Y., Rosen Y.D., Estado y perspectivas para el control del minador de las hojas de los cítricos en Israel. *Phytoma* 72 (octubre), VI<sup>e</sup> Symposium International, La Sanidad de Los Cítricos en el area mediterránea (1996) 146–148.
- [13] Badar M., Al Mouei W., Bishara Y., Biological control of citrus leafminer in Syria, CLM Report, Ministry of Agriculture, Syrie, 1995, 3 p.
- [14] Anagnou-Veroniki M., First recording of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Stainton), on citrus groves of inland and island Greece, *Ann. Inst. Phytopath. Benaki* 17 (2) (1995) 157–160.
- [15] Anagnou-Veroniki M., Ioannou A., Capopoulos E., Recording and control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Stainton), in Greece, in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 4 p.
- [16] Anonyme, La situation de la mineuse des agrumes au Maroc et la stratégie adoptée pour y faire face, in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 6 p.
- [17] Berkani A., Apparition en Algérie de *Phyllocnistis citrella* Stainton, chenille mineuse nuisible aux agrumes. *Fruits*. 50 (5) (1995) 347–352.
- [18] Dridi B., Berkani A., État actuel des infestations des agrumes en Algérie par *Phyllocnistis citrella*, in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 4 p.
- [19] Radke S.G., Kandalkar H.G., Chemical control of citrus leafminer, P.K.V. Res. J. (Akola) 12 (2) (1988) 123–125.
- [20] Radke S.G., Kandalkar, H.G., Chemical control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), *Indian J. Ent. (New Delhi)* 52 (3) (1990) 397–400.
- [21] Radke S.G., Thakare A.Y., Chemical control of citrus leafminer, P.K.V. Res. J. (Akola) 13 (1) (1989) 44–47.
- [22] Batra R.C., Sandhu G.S., Differential population of citrus leafminer and its parasites on some commercial citrus cultivars, *J. Res. Punjab. Agric. Univ.* 18 (1981) 170–176.
- [23] Heppner J.B., Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida. (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae), *Trop. Lepid. (Gainesville, FL)* 4 (1) (1993) 49–64.
- [24] Ujiye T., Parasitoid complex of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Phyllocnistidae) in several citrus-growing districts of Japan, *Proc. Assoc. Plant Prot. Kyushu (Kitakyushu)* 34 (1988) 180–183, in Japanese.
- [25] Ujiye T., Adachi I., Parasitoids of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae), in Japan and Taiwan, *Bull. Fruit Tree Res. Sta. (Shimizu, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries)* 27(1995) 79–102, in Japanese.
- [26] Ujiye T., Morakote R., Parasitoids of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae), in Thailand, *Japan J. Appl. Ent. Zool.* 36 (1992) 253–255.
- [27] Vercher R., Verdu M.J., Costa Camelles J., Garcia Mari F., Parasitoides autoctonos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* en la comarcasy centrales Valencianas, *Levante Agrícola* ano XXXIV 333 (4<sup>e</sup> trimestre) (1995) 306–312.
- [28] Dhouibi M.H., Gahbiche H., Aménagement de la lutte chimique contre la cératite sur agrumes et sur pêchers, *Fruits* 50 (4) (1995) 281–291.
- [29] Chermiti B., Dali M., Messelmani H., Onillon J.C., Control of the woolly whitefly, *Aleurothrixus floccosus* (Homopt.: Aleyrodidae), by the parasitoid, *Cales noacki* (Hymenopt.: Aphelinidae), *Proc. Int. Soc. Citriculture* 3 (1992) 1251–1255.
- [30] Chermiti B., Gahbiche H., Onillon J.C., Laarif A., Introduction et acclimatation en Tunisie d'*Eretmocerus debachi* Rose & Rosen (Hymenoptera, Aphelinidae), parasitoïde de *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera, Aleyrodidae), *Bull. OILB/SROP* 18 (5) (1995) 88–102.
- [31] Bortoli L., Gounot M., Jacquinet J.C., Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale, *Ann. de l'Inrat* 42 (1) (1969), carte.
- [32] Schauff M.E., La Salle J., Citrus leafminer parasitoid identification, Workshop Identification Manual, Orlando, FL, 1996.
- [33] Boucek Z., Askew R., Index of palearctic Eulophidae (ex. Tetrastichinae), in: Delucchi V., Remaudière G. (éd.), *Index entomophag. Insects* 3, 1968, pp. 9–254.
- [34] Anonyme, Status of the citrus leafminer and its control in Turkey, M.A.R.A. Plant Protection Research Institute, Adana, Turkey, in: EPPO, Workshop on *Phyllocnistis citrella* (Citrus leaf miner) and its control, Agadir, Maroc, 1996, 10 p.

- [35] Yoshimoto C.M., Review of North American *Pnigalio* Schrank (Hymenoptera: Eulophidae), Canadian Entomologist 115 (1983) 971–1000.
- [36] Espadas A.L., El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Distribución y control en la región de Murci, Phytoma 72 (octubre), VI<sup>e</sup> Symposium Internacional, La sanidad de los cítricos en el area mediterránea (1995) 103–114.
- [37] Argov Y., Rossler Y., Introduction, release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Israel, Phytoparasitica 24 (1) (1996) 33–38.
- [38] Morakote R., Pimolporn N., Managing the citrus leafminer in Thailand, in: Hoy M. (Ed.), Proceedings from an international Conference, Managing the citrus leafminer, Orlando FL, 1996, pp. 30–33.

---

### Parasitismo natural de la minadora de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidóptera, Gracillariidae), en Túnez.

**Resumen — Introducción.** *Phyllocnistis citrella* (Lepidóptera, Gracillariidae) es una nueva plaga de los cítricos en Túnez donde se observó, por primera vez, en 1994. Previamente a la instalación de un control biológico de este fitófago, la entomofauna parasitaria local que se le asocia fue inventariada y su acción evaluada. **Material y métodos.** Un muestreo periódico, abarcando la toma de muestras de unos diez brotes por muestra, fue proseguido desde julio hasta diciembre de 1995 en distintos sitios representativos de las zonas de cultivo de los cítricos en Túnez. Se enumeraron los adultos de la minadora de los cítricos y los parasitoides que emergen de ello en el material tomado. Se identificaron los parasitoides asociados a *P. citrella* y se evaluó su impacto en la limitación de las poblaciones de la plaga, en relación con el nivel de infestación de las hojas. **Resultados y discusión.** Se identificaron ocho especies de parasitoides locales. La evaluación de la tasa de parasitismo global que engendran en las poblaciones de *P. citrella* pudo alcanzar un 24% durante el empuje de la savia estival en ciertos sitios de observación y un 50% en el empuje de savia otoñal. **Conclusión.** Los parasitoides locales de *P. citrella*, presentes en Túnez son capaces de asegurar, en la mejor hipótesis, el control global del 50% de la población pre-imaginar de la plaga. (© Elsevier, Paris)

Túnez / *Citrus* / control de insectos / organismos para control biológico / *Phyllocnistis citrella* / parasitoides

