

Contrôle des populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskelle) en vergers d'agrumes au Maroc

Zaïd Guirrou^{a*}, Ilham El Kaoutari^b, Ali Boumezzough^b, Mohamed Chemseddine^b, Abdelkader Hilal^c

^a Institut national de la recherche agronomique (Inra), Centre régional du Tadla, BP 567, Béni-Mellal, Maroc
guirrou@awamia.inra.org.ma

^b Faculté des sciences Semlalia, Marrakech, Maroc
elkaoutari@yahoo.fr

^c Inra, Centre régional du Haouz, Marrakech, Maroc

Control of *Aonidiella aurantii* (Maskelle) populations in citrus orchards in Morocco.

Abstract — Introduction. The pest *A. aurantii* or California red scale, not controlled, is able to cause the complete dieback of contaminated citrus trees in 2–3 years. In Morocco, the number of pesticide actions per production cycle against this citrus mealy-bug have grown since the 1960s. Considering these conditions, pest management is essential. The work undertaken aimed to jointly test three techniques of agricultural warning. **Materials and methods.** The experiments carried out studied the pest spring generation for two years, during which the damage involved was very significant. Eleven biotopes distributed in the citrus zone of the irrigated perimeter of Tadla (Morocco) were studied. Biotope 1, untreated, was used as control. The three jointly-used warning methods were the trapping of the adult males of *A. aurantii*, the follow-up of the dynamics of the pest larval populations and of its principal parasitoid *Aphytis melinus*, and the use of the day-degree concept. For each one of these methods, an action threshold was defined. **Results and discussion.** The use of the three agricultural warning techniques and of the thresholds required by each one of them allowed the determination of the time of action and the adaptation of the recommended treatment (insecticides, mineral oils or no treatment, according to the cases) to the outbreak risks. In addition, the parasitism of *A. aurantii* by *A. melinus* significantly reduced the California red scale populations in the untreated plot. **Conclusion.** The method of the day-degree calculation combined with the count of pest males by trapping can be a basis of a good agricultural warning which can be used by the Moroccan growers. The natural activity of *A. melinus* under the Tadla conditions remains insufficient to control the economical incidence of the California red scale.

Morocco / Citrus / *Aonidiella aurantii* / *Aphytis melinus* / insect control / integrated control / agricultural warning services / temperature / larvae / parasitoids

Contrôle des populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskelle) en vergers d'agrumes au Maroc.

Résumé — Introduction. Le ravageur *A. aurantii* ou pou de Californie, non contrôlé, est capable d'entraîner en deux à trois années le dessèchement complet d'agrumes contaminés. Au Maroc, le nombre d'interventions pesticides, contre cette cochenille, par cycle de production, n'a cessé de croître depuis les années 1960. Dans ces conditions, une lutte raisonnée s'impose. Le travail entrepris a eu pour objectif de tester conjointement trois techniques d'avertissement agricole. **Matériel et méthodes.** Les expérimentations effectuées ont étudié la génération printanière du ravageur au cours de deux années pendant lesquelles les dégâts qu'il a entraînés ont été très importants. Onze biotopes répartis dans la zone agrumicole du périmètre irrigué du Tadla (Maroc) ont été étudiés. Le biotope 1, non traité, a servi de référence. Les trois méthodes d'avertissement utilisées conjointement ont été le piégeage des adultes mâles d'*A. aurantii*, le suivi de l'évolution de la dynamique des populations larvaires du ravageur et de son principal parasite *Aphytis melinus*, l'utilisation de la notion de degrés jours. Pour chacune de ces méthodes, un seuil d'intervention a été défini. **Résultats et discussion.** L'utilisation des trois techniques d'avertissement agricole et la considération des seuils requis par chacune d'elles ont permis de déterminer une période d'intervention précise et d'adapter le traitement préconisé (insecticides, huiles minérales ou aucun traitement, selon les cas) aux risques d'infestation. Par ailleurs, le parasitisme de *A. aurantii* par *A. melinus* a réduit significativement les populations du pou de Californie dans les parcelles non traitées. **Conclusion.** La méthode du calcul de degrés jours combinée au dénombrement des mâles du ravageur par piégeage peut constituer une base d'avertissement agricole efficace et à la portée des producteurs d'agrumes marocains. L'activité naturelle de *A. melinus* dans les conditions du Tadla reste insuffisante pour contrôler l'incidence économique de la cochenille.

Maroc / Citrus / *Aonidiella aurantii* / *Aphytis melinus* / lutte anti-insecte / lutte intégrée / avertissement agricole / température / larve / parasitoïde

*Correspondance et tirés à part

Reçu le 4 janvier 2002
Accepté le 18 juillet 2002

Fruits, 2003, vol. 58, p. 3–11
© 2003 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved
DOI: 10.1051/fruits:2002031

RESUMEN ESPAÑOL, p. 11

1. Introduction

Le pou de Californie, *Aonidiella aurantii*, est considéré comme le ravageur clé des agrumes au niveau mondial [1]. S'il n'est pas combattu efficacement, il est capable d'entraîner le dessèchement complet des arbres contaminés en l'espace de deux à trois années [2]. L'importance des pertes enregistrées à l'exportation des agrumes a incité les différents intervenants à entreprendre des recherches visant à maîtriser les interventions contre ce ravageur. De ce fait, la bioécologie du pou de Californie a été largement étudiée en Amérique, Australie, Afrique de sud, Philippines et Crète [3–7].

Au Maroc, le nombre d'interventions pesticides par cycle de production en vergers d'agrumes n'a cessé de croître depuis les années 1960. Ces applications pesticides ont été raisonnées selon un calendrier systématique qui ne tient pas compte de la situation phytosanitaire réelle du verger [8]. Cependant, les risques d'apparition de résistances et de perturbations des équilibres biologiques incitent les agriculteurs à une utilisation extrêmement prudente des produits chimiques. Ainsi, une lutte raisonnée basée sur l'application des techniques d'avertissement agricole s'impose.

Dans le périmètre irrigué du Tadla situé dans la plaine centrale du Maroc où l'agrumiculture joue un rôle très important pour l'économie marocaine, certains aspects se rapportant à la bioécologie et aux procédés d'avertissement agricole du pou de Californie restent à élucider. Le travail qui a été entrepris a eu pour objectif principal de combiner trois techniques d'avertissement agricole nécessaires à la conception d'une lutte raisonnée et appropriée contre ce ravageur. Celles-ci ont été appliquées dans onze biotopes et ont visé à raisonner essentiellement la lutte contre la génération printanière de *A. aurantii* responsable de la majorité des dégâts.

L'étude de l'évolution de la dynamique des populations du ravageur et de son principal parasite indigène *Aphytis melinus* a permis de mieux comprendre l'impact de ce dernier dans la limitation naturelle des populations d'*Aonidiella aurantii*.

2. Matériel et méthodes

Les expérimentations effectuées ont permis d'étudier la génération printanière du pou de Californie au cours de deux années pendant lesquelles les dégâts dus à *A. aurantii* ont été très importants.

Le travail a été conduit dans onze biotopes répartis dans la zone agrumicole du périmètre irrigué du Tadla. Pour prévenir les risques d'infestation et mieux maîtriser la lutte contre le pou de Californie, trois méthodes ont été utilisées conjointement :

- le piégeage des adultes mâles d'*A. aurantii*,
- un suivi de l'évolution de la dynamique des populations larvaires du ravageur et de son principal parasite,
- l'utilisation de la notion de degrés jours.

2.1. Piégeage des mâles d'*A. aurantii*

Au cours de notre étude, nous avons utilisé un piège de type « Agro-Spray ». Il s'agit d'une plaquette blanchâtre engluée d'une colle adaptée à l'étude des insectes, sur laquelle vient se fixer la phéromone spécifique du pou de Californie.

La technique de piégeage consiste à suspendre ce piège sur le côté nord-est d'un arbre, à 1,8–2 m du sol, à raison d'un piège pour 3 ha. Les mâles attirés s'engluent sur le piège. Le dénombrement est effectué régulièrement : une fois par semaine sur la parcelle témoin de référence et tous les 15 j chez les agriculteurs. La capsule contenant la phéromone est changée une fois par mois.

En nous basant sur des résultats préétablis pour la zone d'étude [8] et utilisés, par ailleurs, aux États-Unis [9], le seuil d'intervention a été fixé à un cumul de 2000 captures effectuées sur la génération printanière du ravageur.

2.2. Évolution de la dynamique des populations du ravageur et de son principal parasite

Au sein de chaque biotope étudié, nous avons délimité une parcelle élémentaire de

1 ha. Dans chaque parcelle, nous avons choisi trois arbres infestés. Sur chacun de ces arbres, nous avons prélevé trois feuilles, trois fruits et trois brindilles d'environ 10 cm de long. Ces prélèvements ont été effectués tous les (7 à 15) j, de préférence dans l'orientation nord-est, côté ombragé et préféré par le ravageur. Les échantillons ont été étiquetés, mis en sachets et étudiés au laboratoire sous une loupe binoculaire.

Les différents stades de développement observés pour la cochenille ont été identifiés et comptés : larves mobiles, larves du premier stade, larves du deuxième stade, femelle jeune, femelle en état de préoviposition, femelle en état de ponte, pré-nympe et nymphe. Tous les stades – vivants, morts et parasités – ont été pris en compte.

Le seuil d'intervention adopté a été celui préétabli par Delucchi pour lutter contre le pou de Californie en vergers d'agrumes au Maroc [10]. Ainsi les traitements chimiques ont été appliqués lorsque le pourcentage des stades sensibles du ravageur (larves mobiles, larves des premier et deuxième stades) avait atteint 60 %.

Parallèlement à ce travail, en soulevant les boucliers des cochenilles *Aonidiella aurantii* lors de leur dénombrement, nous avons isolé et compté les individus de *Aphytis melinus* trouvés en activité, en tenant compte des différents stades de ce parasitoïde, à savoir : œuf, jeune larve, larve âgée, nymphe.

Pour estimer les degrés de parasitismes engendrés par *A. melinus* nous avons suivi :

- le taux de parasitisme actif (tpa) égal au nombre des cochenilles parasitées par un des stades vivants d'*A. melinus* par rapport aux stades réceptifs vivants de la cochenille,
- le taux de parasitisme global (tpg) mesuré par le nombre de cochenilles parasitées par un des stades vivants d'*A. melinus*, par rapport à la population totale vivante de cochenilles.

2.3. Utilisation de degrés jours

Le seuil minimum de développement du pou de Californie se situerait à 11,7 °C [5].

L'estimation des degrés jours (°J) a été calculée comme suit [5] :

$$°J = \{(T_{\max} + T_{\min}) / 2\} - 11,7\}$$

où T_{\max} et T_{\min} sont les températures maximale et minimale journalières en °C ; 11,7 est le seuil zéro de développement.

L'intervention contre la génération printanière du pou de Californie dans le Tadla a eu lieu quand le cumul des degrés jours atteignait 287,7 °C, température correspondant à un nombre maximal de captures des mâles dans le piège à phéromone [8].

Dans les mêmes conditions climatiques, le développement d'une génération du parasite a nécessité une somme de 593,3 °C.

3. Résultats et discussion

3.1. Raisonnement de la lutte contre *A. aurantii*

Le degré d'infestation très élevé de *A. aurantii*, la possibilité d'établir un équilibre stable entre ce ravageur et son principal parasite (*A. melinus*) et les possibilités d'utilisation et d'application de trois procédés d'avertissement agricole complémentaires nous ont conduits à raisonner la lutte contre ce ravageur dans la région du Tadla au Maroc.

3.1.1. Au cours de la campagne 1999/2000

Pendant la première quinzaine de mai de l'année 2000 (première campagne), trois biotopes – les biotopes 1, 6 et 8 – ont permis de dénombrer un cumul de près ou plus de 2000 captures (*tableau D*), seuil d'infestation nécessitant un traitement. À la même période et pour les mêmes biotopes, le cumul des degrés jours a été proche du seuil de 287,7 °C préconisé pour une intervention contre la génération printanière du pou de Californie dans la zone de Tadla au Maroc. Par ailleurs, dans ces trois biotopes, le taux de stades sensibles de *A. aurantii* a alors dépassé 60 %, seuil défini pour l'application d'un traitement chimique.

Ainsi, dans les trois biotopes où une forte infestation du ravageur a été mise en évidence, l'utilisation conjointe des trois procédés d'intervention a conduit à décider une intervention qui a été mise en œuvre par utilisation d'un coccicide.

Les dates de cette intervention ont été déterminées vers la première décennie de mai pour le biotope 8 et une semaine plus tard pour les biotopes 1 et 6. La précocité de l'intervention effectuée pour le biotope 8 résulterait probablement des températures élevées de la zone aride où est localisé ce biotope.

Malgré la forte infestation de ses arbres, le biotope 1, utilisé comme biotope de

référence, n'a reçu aucune intervention chimique. Il en a résulté une forte augmentation des captures au cours de la deuxième année (*figure 1*).

Pour les deux biotopes 4 et 9, dont les cumuls n'ont pas atteint le seuil préconisé des 2000 captures, les proportions des stades sensibles du ravageur ont cependant dépassé 80 %. Dans ce cas, une application d'huiles minérales s'est révélée suffisante pour limiter les pullulations de *A. aurantii*. Elle a dû être appliquée vers la mi-mai, période déterminée pour l'intervention.

Pour les six biotopes 2, 3, 5, 7, 10 et 11, ni le cumul de captures, ni le cumul de degrés jours, ni le pourcentage de stades

Tableau I.

Critères d'avertissement agricole utilisés conjointement pour définir une date de traitement et le type de traitement à appliquer contre *Aonidiella aurantii*, dans onze biotopes suivis au cours du printemps de deux campagnes de récolte d'agrumes (1999/2000 et 2000/2001) dans la région de Tadla au Maroc.

Biotope	Cumul des captures d'adultes mâles		Cumul degrés jours		% stades sensibles		Dates projetées pour un traitement		Justification des interventions	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
1	1987	7199	284,0	287,65	79	70,5	18.05.00	23.04.01	Biotope témoin non traité	Biotope témoin non traité
2	83	22	281,5	164,80	0	0	–	–	Tnj	Tnj
3	303	12	289,5	290,20	70	0	–	–	Tnj	Tnj
4	26	332	289,5	290,20	84	67,0	15.05.00	–	Tj : huiles minérales	Tnj
5	133	2967	289,5	269,55	0	76,5	–	23.04.01	Tnj	Tj : coccicides
6	2306	2080	284,9	290,20	72	86,0	15.05.00	23.04.01	Tj : coccicides	Tj : coccicides
7	799	906	289,5	290,20	72	80,0	–	23.04.01	Tnj	Tj : huiles minérales
8	2115	1308	286,9	290,20	78	54,0	(08.05.00)	–	Tj : coccicides	Tnj
9	458	3900	292,0	290,20	83	69,5	15.05.00	02.05.01	Tj : huiles minérales	Tj : coccicides
10	698	3175	291,5	269,55	72	79,0	–	23.04.01	Tnj	Tj : coccicides
11	188	4892	289,5	269,55	56	81,0	–	23.04.01	Tnj	Tj : coccicides

Tnj : traitement non justifié ; Tj : traitement justifié.

sensibles n'ont été en dessous des seuils nécessitant une intervention. Les arbres de ces biotopes n'ont donc reçu aucun traitement.

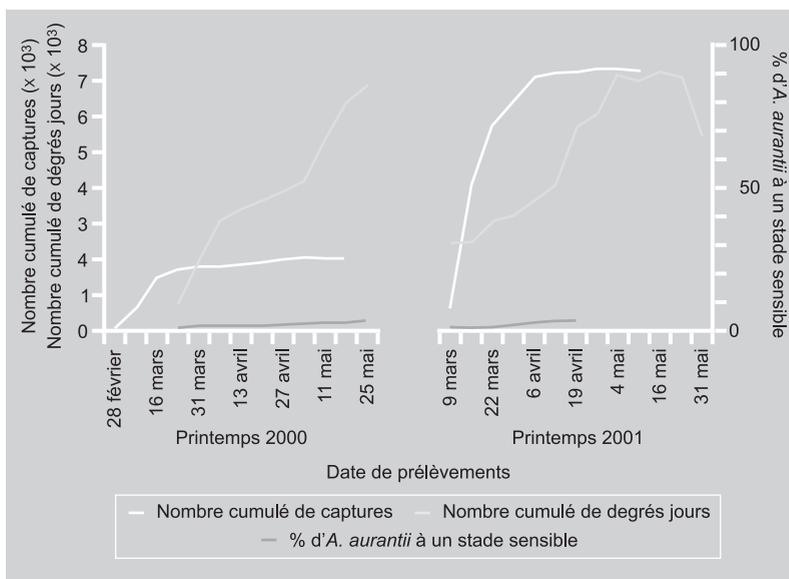
Ainsi, au cours de la campagne 1999/2000, l'utilisation de trois techniques d'avertissement agricole et la considération des seuils requis par chacune d'elles nous ont permis de déterminer une période d'intervention précise et d'adapter le traitement préconisé aux risques d'infestation.

3.1.2. Au cours de la deuxième campagne 2000/2001

Dans la majorité des exploitations suivies au cours de la campagne 2000/2001, l'infestation a été importante. En effet, parmi les onze biotopes suivis, six biotopes – les biotopes 1, 5, 6, 9, 10 et 11 – ont dépassé les seuils préconisés vers fin du mois d'avril (*tableau D*). Une intervention chimique a donc été alors effectuée avec un coccicide dans cinq de ces biotopes, le biotope 1 étant conservé comme référence non traitée.

Pour les biotopes 2, 3, 7 et 8 dans lesquels le cumul de captures a été inférieur à 2000 individus, les critères pris en compte pour une intervention ont été ceux définis par les techniques d'avertissement basées sur le taux de stades sensibles et le cumul de degrés jours. Ainsi, dans le biotope 7, même si le cumul de captures a été inférieur au seuil d'intervention préconisé, la proportion de stades sensibles a été supérieure à 80 % et le cumul de degrés jours a été proche de 287,7 °C au cours de la dernière semaine d'avril. Une intervention par utilisation d'huiles minérales s'est donc imposée.

Au cours du printemps 2001, quatre biotopes – les biotopes 2, 3, 4 et 8 –, soit 40 % environ des biotopes suivis, ont donc échappé aux traitements contre la génération printanière du pou de Californie. Pour cinq (1, 5, 7, 10 et 11) des six biotopes traités, la date d'intervention a eu lieu la semaine d'avril ; un décalage de 7 j a dû être appliqué au biotope 9 (*tableau D*).



En général, pour cette deuxième campagne de production, les dates d'intervention ont été avancées de près de 21 j par rapport à l'année précédente (*figure 1*), probablement du fait de la précocité de l'émission des larves mobiles et du pic des captures effectuées au cours du printemps 2001, situation expliquée par les températures élevées enregistrées à cette période.

Figure 1. Évolution du cumul de captures, du cumul de degrés jours et des pourcentages de stades sensibles d'*Aonidiella aurantii* dans un biotope témoin non traité, au cours du printemps de deux campagnes de récolte d'agrumes (Maroc, 1999-2000 et 2000-2001).

Après deux années d'observations des populations printanières de *A. aurantii* au Maroc, l'état des vergers traités au printemps 2000 (biotope 6 et 8) nous a permis d'apprécier l'efficacité de l'utilisation conjointe des trois techniques d'avertissement agricole utilisées : sur la parcelle du biotope 6 traitée tardivement, le niveau important des populations du ravageur s'est maintenu au cours de l'année suivante (*figure 2*). En revanche, le traitement effectué plus précocement dans le biotope 8 a engendré une chute des populations du ravageur observées au cours de la génération printanière suivante (*figure 3*). Ainsi, la période d'application de l'insecticide est l'un des facteurs principaux de la lutte raisonnée. À noter que le nombre d'adultes capturés et le taux de stades sensibles observés en 2001 dans le biotope 11 sont à imputer à la présence de fruits de quelques portes-greffes de bigaradier non récoltés.

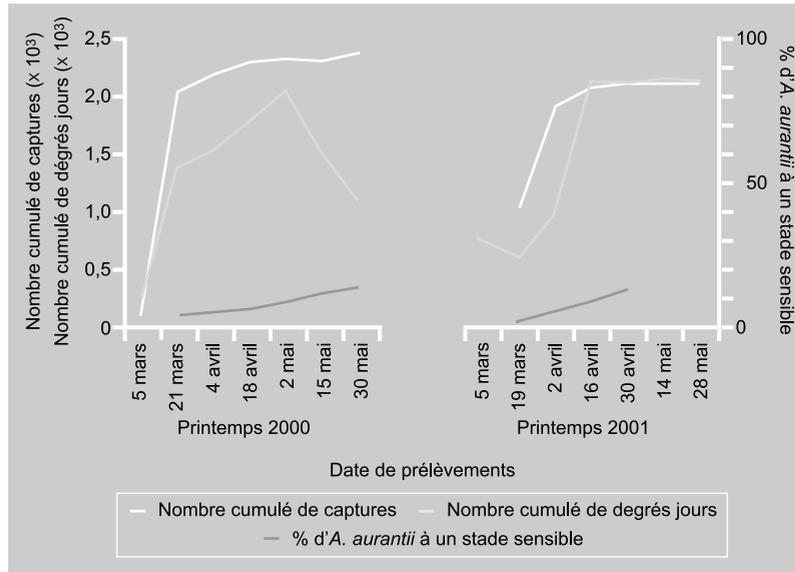


Figure 2. Évolution du cumul de captures, du cumul de degrés jours et des pourcentages de stades sensibles d'*Aonidiella aurantii* dans le biotope 6, au cours du printemps de deux campagnes de récolte d'agrumes (Maroc, 1999–2000 et 2000–2001).

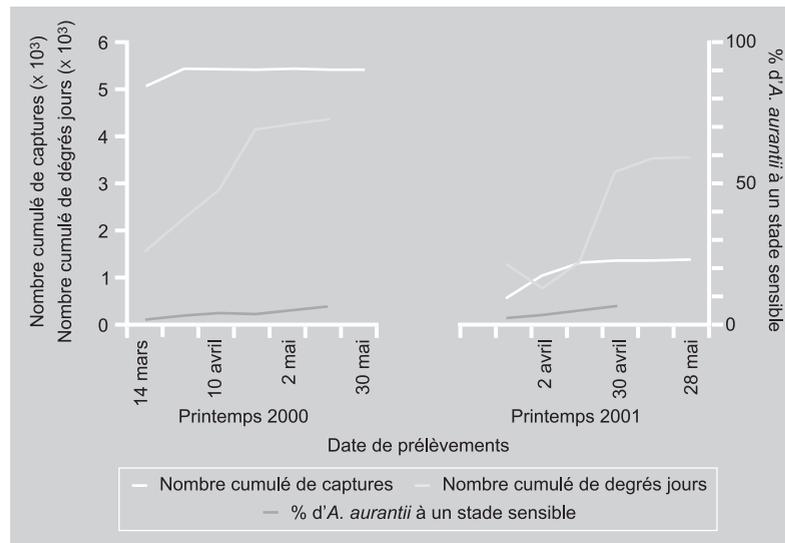


Figure 3. Évolution du cumul de captures, du cumul de degrés jours et des pourcentages de stades sensibles d'*Aonidiella aurantii* dans le biotope 8, au cours du printemps de deux campagnes de récolte d'agrumes (Maroc, 1999–2000 et 2000–2001).

3.2. Action d'*Aphytis melinus* sur les populations d'*Aonidiella aurantii*

En 2000, vers la fin du mois de mars, le taux des stades réceptifs vivants de *A. aurantii* dans le biotope 1 non traité a atteint 90 % (figure 4). Au cours de la première semaine d'avril les fortes chaleurs enregistrées

(> 30 °C) n'ont pas favorisé le développement du ravageur, ni les taux de parasitisme actif et global par *A. melinus* qui n'ont pas dépassé le seuil de 25 %. À partir de mi-avril, le taux moyen des stades réceptifs vivants de *A. aurantii* a été supérieur à 70 % alors que les taux de parasitisme actif et global sont restés faibles.

Au cours du printemps de l'année suivante, le taux des stades réceptifs vivants de *A. aurantii* et les taux de parasitisme actif et global par *A. melinus* ont été très importants (figure 4). À partir de la deuxième semaine d'avril les forts taux de parasitisme qui ont avoisiné le seuil de 100 % ont entraîné une chute du taux des stades réceptifs vivants de la cochenille. Ensuite, les fortes chaleurs de la fin avril-début mai (> 30 °C) ont eu des effets négatifs sur *A. melinus*, conformément aux travaux d'Abderrahman selon lequel l'activité de l'hyménoptère était affectée par des températures supérieures à 30 °C [11]. Cela a favorisé l'accroissement de *A. aurantii* et le taux des stades réceptifs vivants du ravageur a augmenté jusqu'à atteindre des proportions supérieures à 60 % vers la fin du mois de mai 2001.

Le parasitisme a donc réduit significativement les populations du pou de Californie dans les parcelles non traitées. Son action a également été positive dans les biotopes traités par les huiles minérales mais elle est restée faible (0 à 14 %) dans les vergers d'agrumes traités chimiquement (résultats non montrés). Les traitements insecticides non raisonnés ont donc affecté directement l'activité des populations d'*A. melinus*.

4. Conclusion

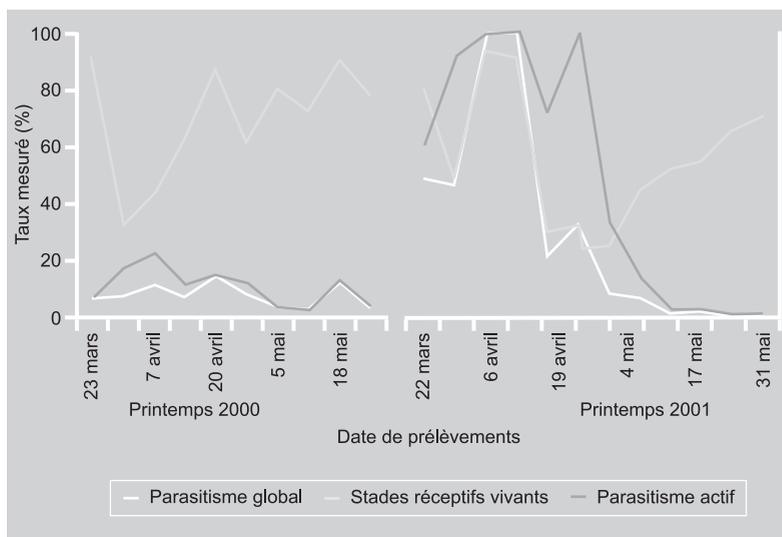
Au cours de la campagne 1999/2000, la période d'intervention, déterminée à l'aide de l'utilisation conjointe de trois méthodes d'avertissement agricole, a été fixée à la première quinzaine de mai. Les résultats ensuite obtenus au cours de la campagne 2000/2001 ont montré que le cycle de développement du pou de Californie dans la région du Tadla se trouvait alors avancé

de (18 à 25) j par rapport à celui de l'année précédente (figure 1). Un tel décalage est à relier aux variations climatiques enregistrées. La date précoce d'apparition des larves mobiles et de pic de captures des mâles du ravageur a alors conduit à avancer la date projetée pour le traitement sur les exploitations.

Les techniques de piégeage des mâles, de suivi de la dynamique des populations de *A. aurantii* et de calcul des degrés jours se sont révélées être des outils complémentaires pour préciser les périodes d'intervention. Ces techniques combinées au suivi des niveaux de parasitisme permettent de définir les biotopes dans lesquels l'utilisation d'huiles minérales à la place d'insecticides coccicides est justifiée. Trois types de décisions peuvent ainsi être prises à partir des indicateurs définis (tableau II).

À noter que la maîtrise de certaines techniques culturales (taille, fertilisation, travail du sol et irrigation) dans certains des biotopes suivis – les biotopes 2, 3 et 4 – a limité favorablement les infestations par *A. aurantii* et, par conséquent, les traitements chimiques contre ce ravageur.

Bien que les taux de parasitisme de *A. aurantii* par *A. melinus* aient été importants dans le biotope 1, témoin non traité, l'activité naturelle du parasitoïde dans les conditions du Tadla reste insuffisante pour



contrôler l'incidence économique de la cochenille.

Les résultats obtenus à l'issue de nos travaux appuyés sur un pilotage de la lutte raisonnée contre *A. aurantii* permettent d'envisager des économies considérables pour l'exploitation agrumicole au Maroc. Outre une diminution des coûts de traitements de l'ordre de 1 à 6 imputable à l'utilisation de l'avertissement agricole, cette technique permet de limiter notablement l'emploi des coccicides néfastes à la faune utile et générateurs d'un risque de déséquilibre écologique.

Figure 4. Évolution des taux de parasitisme global et actif d'*Aonidiella aurantii* par *Aphytis melinus* et proportions de stades réceptifs vivants d'*Aonidiella aurantii* sur agrumes, dans un biotope témoin non traité, au cours du printemps de deux campagnes de production (Maroc, 1999–2000 et 2000–2001).

Tableau II.

Types de traitements décidés par utilisation conjointe de trois techniques d'avertissement agricole et pourcentages des biotopes ayant été concernés par ces actions, à l'issue de l'étude des générations printanières d'*Aonidiella aurantii* sur agrumes dans onze biotopes au Maroc (campagnes de production 1999/2000 et 2000/2001).

Décision prise	% de biotopes concernés	
	Printemps 2000	Printemps 2001
Biotopes ayant justifié un traitement insecticide chimique	20	50
Biotopes ayant justifié un traitement insecticide par les huiles minérales	20	10
Biotopes n'ayant nécessité aucun traitement	60	40

Références

- [1] Quilici S., Les ravageurs des agrumes, in: Grisoni M. (Ed.), La culture des agrumes à l'île de la Réunion, Cirad-Flhor, St-Pierre, Réunion, 1993, pp. 55–89.
- [2] Benassy C., Citrus scale insects. Integrated pest control in citrus-groves, in: Cavalloro R., Martino E. (Eds.), Proc. Experts' Meet., Comm. Eur. Communities, Acireale, Italy, 1986, pp. 27–39.
- [3] Walker G.P., Zareh N., Arabaia M.L., Effect of pressure and dwell time on efficiency of a high-pressure washer for postharvest removal of California red scale (Homoptera, Diaspididae) from citrus fruit, J. Econ. Entomol. 92 (4) (1999) 906–914.
- [4] Anonyme, Citrus pest and their natural enemies. Integrated Pest Management in Australia, Smith D., Beattie G.A.C., Broadley R. (Eds.), Ridway R., Arthur J. Desert Oak Publ. Serv., Brisbane, Australia, 1997.
- [5] Grout T.G., Richards G.I., Effect of buprofezin applications at different phenological times on California red scale (Homoptera: Diaspididae), J. Econ. Entomol. 84 (1991) 1802–1805.
- [6] Moreno D.S., Luck R.F., Augmentative releases of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) to suppress California red scale (Homoptera: Diaspididae) in Southern California lemon orchards, J. Econ. Entomol. 85 (1992) 1112–1119.
- [7] Alexandrakis V., Données biologiques sur *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom. Diaspididae) sur agrumes en Crète, Fruits 38 (1983) 831–838.
- [8] Hanafi A., Opportunités et contraintes de la protection intégrée en cultures horticoles, in: Hanafi A. (Ed.), Production et protection intégrée en cultures horticoles, Proc. Symp. Int. 6–9 mai 1997, Inst. Agron. Vét. Hassan II, Agadir, Maroc, 1997, pp. 3–13.
- [9] Walker G.P., Aitken D.C.G., O'Connell N.V., Smith D., Using phenology to time insecticide applications for control of California red scale (Homoptera: Diaspididae) on citrus, J. Econ. Entomol. 83 (1990) 189–196.
- [10] Delucchi V.L., Note sur le pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Homoptera, Diaspididae) au Maroc, Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.) 4 (1965) 739–788.
- [11] Abdelrahman I., The effect of extreme temperatures on California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Homoptera, Diaspididae), and its natural enemies, Aust. J. Zool. 22 (1974) 203–230.

Control de las poblaciones de *Aonidiella aurantii* (Maskelle) en huertos de cítricos de Marruecos.

Resumen – Introducción. El insecto plaga *A. aurantii* o piojo rojo de California, no controlado, es capaz de provocar en dos a tres años la desecación completa de los cítricos contaminados. En Marruecos, el número de intervenciones con pesticidas por ciclo de producción, contra esta cochinilla, no ha dejado de aumentar desde los años sesenta. Por consiguiente, hay que emplear un control razonado. El objetivo de este estudio fue probar conjuntamente tres técnicas de aviso agrícola. **Material y métodos.** En los experimentos se estudió la generación primaveral de la plaga durante dos años en los que los daños que provocó fueron muy importantes. Se estudiaron once biotopos distribuidos en la zona citrícola del perímetro de regadío de Tadla (Marruecos). El biotopo 1, no tratado, sirvió de testigo. Los tres métodos de aviso utilizados conjuntamente fueron: el trapeo de los adultos machos de *A. aurantii*, el seguimiento de la evolución de la dinámica de las poblaciones larvarias de la plaga y de su principal parásito *Aphytis melinus*, la utilización del concepto de grados días. Se definió un umbral de intervención para cada uno de estos métodos. **Resultados y discusión.** La utilización de las tres técnicas de aviso agrícola y la consideración de los umbrales requeridos por cada una ellas permitieron determinar un período de intervención preciso y adaptar el tratamiento recomendado (insecticidas, aceites minerales o ningún tratamiento, según los casos) a los riesgos de infestación. Por otra parte, el parasitismo de *A. aurantii* por *A. melinus* redujo significativamente las poblaciones del piojo rojo de California en las parcelas no tratadas. **Conclusión.** El método del cálculo de grados días combinado con el recuento de insectos plaga machos mediante trapeo puede constituir una base de aviso agrícola eficaz y al alcance de los productores de cítricos marroquíes. La actividad natural de *A. melinus* en las condiciones del Tadla sigue siendo insuficiente para controlar la incidencia económica de la cochinilla.

Marruecos / Citrus / *Aonidiella aurantii* / *Aphytis melinus* / control de insectos / lucha integrada / avisos agrícolas / temperatura / larvas / parasitoides

To access this journal online:
www.edpsciences.org
