

## Répartition spatio-temporelle des aphides et influence des fourmis, sur orangers en Kabylie.

D. DARTIGUES\*

SPATIOTEMPORAL DISTRIBUTION OF APHIDS AND ANT INFLUENCE, ON ORANGE-TREES IN KABYLIA.

D. DARTIGUES.

Fruits, Jul.-Aug. 1991, vol. 46, n° 4, p. 461-469.

**ABSTRACT** - On orange-trees in spring, the importance of aphidian infestations varies according to physical factors, care brought to orchard, nature of shoots, age of trees, and above all ant attendance. *Toxoptera aurantii* is the main species of aphid met on old trees. On the other hand, on young orange-trees, the most contaminated, *Aphis citricola* dominates. *Tapinoma simrothi*, a very active ant, has an important positive influence on the growth and survival of aphids. An other species of ant, *Plagiolepis schmitzi barbara* plays a limited role bounded at the aphids of suckers. The overtaking of economic thresholds and the damage due to the action of ants are discussed.

REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES APHIDES ET INFLUENCE DES FOURMIS, SUR ORANGERS EN KABYLIE.

D. DARTIGUES.

Fruits, Jul.-aug. 1991, vol. 46, n° 4, p. 461-469.

**RESUME** - Sur orangers au printemps, l'importance des infestations aphidiennes varie en fonction des facteurs physiques, du soin apporté au verger, de la nature des rameaux, de l'âge des arbres, et surtout de la visite des fourmis. *Toxoptera aurantii* est la principale espèce d'aphide rencontrée sur les arbres âgés. Par contre, sur les jeunes orangers, les plus contaminés, *Aphis citricola* domine. *Tapinoma simrothi*, fourmi très active, a une influence positive importante sur la croissance et la survie des aphides. Une autre espèce de fourmi *Plagiolepis schmitzi barbara*, a un rôle faible limité aux aphides des gourmands. Le dépassement des seuils économiques et le préjudice dû à l'action des fourmis sont discutés.

### INTRODUCTION

Parmi une dizaine d'espèces d'aphides répertoriées sur agrumes en Afrique du Nord, *Toxoptera aurantii* BOYER de F. et *Aphis citricola* V. der GOOT (= *A. spiraeicola* PATCH) sont dominantes (CHAPOT et DELUCCHI, 1964 ; AROUN, 1985). Ces deux espèces présentent un anholocycle et sont surtout redoutables par leurs dégâts directs. D'autres espèces, telles qu'*Aphis gossipii* GLOVER et *Myzus persicae* SULZER, numériquement moins importantes que les précédentes, sont fréquemment observées sur *Citrus* mais aussi sur les plantes adventices. Dans tous les cas, les infestations de plus grande amplitude sont notées au printemps. AROUN (1985) indique que dans la Mitidja (plaine située à une centaine de kilomètres à l'Ouest de la Kabylie), les populations aphidiennes des *Citrus* restent à un niveau faible mais non nul en hiver, alors qu'en été elles sont pratiquement inexistantes. Ceci n'est pas surpre-

nant lorsqu'on connaît les exigences climatiques de ces aphides et la douceur de l'hiver algérois.

Le présent travail a été effectué durant trois années consécutives (1985 à 1987) dans deux orangeries de la région de Tizi-Ouzou. Les infestations de pucerons sont suivies au printemps sur les orangers de la variété «Thomson Navel». Plusieurs paramètres sont introduits dans cette étude : le climat, les soins apportés aux vergers, l'âge des orangers, la nature des rameaux et surtout la présence ou l'absence des fourmis visiteuses de pucerons. Les deux espèces de fourmis rencontrées dans les orangeries de Kabylie sont : *Tapinoma simrothi* KRAUSSE, la plus fréquente, et *Plagiolepis schmitzi barbara* SANTSCHI (BERNARD, 1968, 1976 ; CAGNIANT, 1968, 1970). Nous savons que *T. simrothi* a une influence positive sur la croissance et le développement de *T. aurantii* et une influence négative sur l'activité des aphidiphages (DARTIGUES, à paraître). Cet effet bénéfique des fourmis sur les pucerons demandait à être confirmé dans les conditions naturelles. Cet aspect est abordé au cours de notre étude. On s'est proposé d'étudier la distribution spatio-temporelle des aphides et d'essayer de quantifier l'effet des fourmis, ce dernier point n'ayant pas encore été étudié à ce jour en agrumiculture (PANIS, comm. pers.).

\* - Laboratoire d'Entomologie. Université Paul Sabatier. 118, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE CEDEX (France)

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CULTURALES DES SECTEURS ETUDIÉS

Prises dans un relief montagneux, les plaines cultivées de Kabylie ne bénéficient pas comme celles de la Mitidja d'une influence maritime adoucissante. Les hivers y sont plus rigoureux et les étés plus secs. Nous avons choisi pour notre travail deux orangeries. La première est enclavée dans le relief et située en bordure de l'Oued Aïssi (Oued-Aïssi). La seconde se trouve en bordure de l'Oued Sebaou (Tadmaït) et bénéficie d'une fenêtre sur la mer qui lui confère un micro-climat intermédiaire entre celui de Oued-Aïssi et de la Mitidja. Parmi les données météorologiques de Tizi-Ouzou, nous avons retenu les maxima de températures (relevés à 17 h) qui, compte-tenu de la sensibilité des aphides aux fortes températures, sont susceptibles d'interférer le plus avec les populations aphidiennes (figure 1). La pluviométrie (quelques dizaines de mm en mai, précipitations quasi nulles en juin) et la faible amplitude des vents, ne sont pas retenues pour notre analyse. Dans les deux secteurs étudiés, le sol est de nature voisine, léger en ce qui concerne sa capacité à retenir l'eau.

Le verger agrumicole de Kabylie est assez ancien. Malgré de très rares recépages et surgreffages, les arbres ont entre 40 et 50 ans. A Tadmaït l'eau est apportée par canaux et forages dès le début de l'été. A Oued-Aïssi l'irrigation est plus irrégulière (figure 1). Le désherbage des vergers est pratiqué en avril, sauf en 1986 où à Oued-Aïssi comme à Tadmaït, les plantes adventices ont proliféré jusqu'à la fin mai. Plusieurs poussées de frondaison externe sont observées dans ces vergers. La plus importante a lieu à la fin de l'hiver. Une seconde, d'amplitude plus faible, est notée en automne. Mais une troisième poussée de frondaison de très faible intensité peut être observée au début de l'été. Indiquons enfin que les orangers de Tadmaït semblent être dans un meilleur état physiologique que ceux de Oued-Aïssi. En effet, en 1986 (année de forte sécheresse estivale) le nombre d'oranges commercialisables (diamètre  $\geq 6$  cm) visibles sur une bande de 12 m<sup>2</sup> de la couronne externe/arbre est de  $65 \pm 14$  ( $\bar{X} \pm SD$ ) à Tadmaït et seulement  $36 \pm 16$  à Oued-Aïssi. Dans ce dernier secteur les valeurs tombent à  $4 \pm 3$  dans une parcelle où l'irrigation est toujours absente.

### MATERIEL ET METHODE

#### Contrôle visuel des populations de pucerons.

Les parcelles délimitées à Oued-Aïssi (O) et Tadmaït (T) contiennent chacune quelques dizaines d'arbres que nous suivons individuellement chaque semaine au printemps. Pour chaque arbre, les infestations aphidiennes sont observées à deux niveaux : 40 rameaux parfaitement repérables sur la grande circonférence de la couronne externe (E), et 4 rameaux tendres ou gourmands centraux du feuillage interne (G). Ce choix se justifie par l'existence de différences morphologiques et physiologiques entre les rameaux externes et les gourmands, et aussi par le fait que ces derniers, compte-tenu de leur situation dans l'arbre, bénéficient d'une protection thermique. Cependant, nous avons calculé que ces gourmands représentent seulement 5 p. 100 (ou moins) de l'ensemble des rameaux de l'arbre. Sur les jeunes plants âgés de 5 à 6 ans, et dont la frondaison ne représente qu'environ 1/10 de celle des arbres âgés, nous suivons 20 rameaux/arbuste. A la différence des arbres où

*T. aurantii* représente plus de 95 p. 100 des pucerons, sur les jeunes orangers nous distinguons le total des aphides/arbre (P.), celui de *T. aurantii* (Pa), et celui de *A. citricola* (Pb), car cette dernière espèce est particulièrement abondante sur les jeunes plants.

Nous savons que sur les *Citrus*, au printemps, ce sont les prédateurs (Syrphidae, Coccinellidae, Chrysopidae et Cécidomyiidae) qui jouent le rôle majeur dans la régulation des populations de pucerons (LYON, 1980 ; AROUN, 1985) et qu'il existe une corrélation entre le nombre d'aphidiphages et celui des colonies détruites (DARTIGUES, à paraître). Mais les facteurs climatiques peuvent aussi contribuer à la chute des populations de pucerons. Nous considérons qu'une colonie est détruite, quand 50 p. 100 des aphides sont morts, le plus souvent vidés de leur contenu par les Diptères prédateurs (les plus abondants), ou lorsque les feuilles enroulées ou crispées avec de nombreuses piqûres ne portent que quelques aphides séparés par des plages de miellat.

Le code utilisé pour la présentation des résultats (figure 1) donne successivement les informations suivantes : P (nombre d'aphides) ou D (taux de destruction des colonies) ; E (rameaux externes) ou G (gourmands) ou J (rameaux des jeunes plants) ; O (Oued-Aïssi) ou T (Tadmaït) suivis du numéro des parcelles ; année ; nombre d'arbres par parcelle.

#### Indices d'infestation.

L'unité élémentaire d'échantillonnage étant le rameau, nous indiquons pour chaque parcelle (figure 1) le nombre moyen de pucerons vivants par rameau  $I_1$  au moment où se produit le maximum d'infestation sur les arbres non visités par les fourmis (L), visités par *T. sinrothi* ( $V_1$ ) et par *P. schmitzi barbara* ( $V_2$ ). Cette valeur est donnée pour les trois types de rameaux (E, G et J). Ce premier indice  $I_1$  peut être calculé pour l'arbre âgé entier (A) en tenant compte de l'importance relative des différentes frondaisons. Dans ce cas, à chaque instant,  $I_1A = (95 I_1E + 5 I_1G) / 100$ . Un deuxième indice  $I_2$  permet d'intégrer les valeurs de  $I_1$  dans le temps (mai + juin) et il s'exprime en nombre de «pucerons x jours» :  $I_2 = \sum (I_1)t$ . Un troisième indice  $I_3$  permet d'intégrer à chaque instant t le pourcentage d'arbres ou jeunes arbres visités par les fourmis. Soient NV le nombre d'arbres visités et NL celui des arbres non visités à chaque instant t,  $NV + NL = N$  (total des arbres dans chaque parcelle).

$I_3V = \sum [(I_1(L \times NL + I_2V \times NV)/N)]_t$ . Cette valeur est d'autant plus proche de  $I_2V$  que le pourcentage d'arbres visités à chaque instant est élevé. Il existe cependant une situation pour laquelle les indices  $I_1, I_2, I_3$  doivent être corrigés. Pour comparer les populations réelles d'aphides/arbre, il faut tenir compte du rapport de surface des frondaisons qui est dix fois plus faible sur un jeune plant par rapport à un arbre âgé. Dans ces conditions  $I_1J = I_1J/10$  et  $I_1A = I_1A$ .

#### Méthodes de mise en évidence de l'effet des fourmis sur l'évolution numérique des aphides.

La première méthode utilisée est d'ordre analytique.

Elle tient compte de l'hétérogénéité des infestations de pucerons sur les arbres. Connaissant le nombre de pucerons sur chaque arbre, pour chaque type de rameaux chaque semaine (instant  $t$ ), nous calculons les différences d'infestations entre les arbres visités  $V_1$  (par *T. simrothi*) ou  $V_2$  (par *P. schmitzi barbara*) avec l'arbre le plus infesté dans la parcelle n'ayant jamais été visité par les fourmis ( $V - L_{max}$ ). Le même calcul est effectué avant la visite (instant  $t_0$ ). Dans ce dernier cas, nous indiquons aussi la différence avec la valeur moyenne des populations/arbre ( $V - L_{moy}$ ) afin de mieux préciser le niveau d'infestation des arbres destinés à recevoir la visite des fourmis.

A Tadmait (à proximité de la parcelle  $T_2$ ) nous avons choisi à la fin mai 1987 deux lots comprenant chacun dix jeunes arbres. Leur degré de contamination est similaire. Les troncs des arbres du premier lot sont protégés à l'aide de glu (traitement répété 2 fois par semaine pour limiter l'activité de colmatage des ouvrières de *T. simrothi*). Le second lot (non traité à la glu) reçoit la visite des fourmis.

Les données sont présentées sous la forme  $\bar{X} \pm SD$ .

## RESULTATS

### Aphides non visités par les fourmis (cas général).

Pour l'ensemble des parcelles (figure 1), les infestations se développent essentiellement durant mai et juin. La chute numérique des aphides intervient généralement avant l'arrivée des hautes températures ( $> 35^\circ C$ ). Cette chute numérique est synchronisée avec l'augmentation du taux de destruction des colonies, phénomène lié à l'intervention des aphidiphages. Notons toutefois, que des perturbations thermiques (mai 1986) peuvent avoir une influence sur le complexe aphides-prédateurs au niveau du feuillage externe.

En 1986, dans les parcelles d'arbres âgés de Oued-Aïssi ( $O_{1,2,3}$ ), le nombre d'aphides  $P$  (ou  $I_1L$ ) au moment des maxima d'infestations est nettement plus faible qu'à Tadmait (parcelle  $T_1$ ). La contamination minimale est notée dans la parcelle  $O_3$  qui ne bénéficie d'aucune irrigation. Il existe donc une relation entre l'état physiologique des arbres (estimé à partir de la production fruitière) et l'importance des infestations de pucerons. Une autre différence apparaît entre ces deux secteurs, et concerne le démarrage des infestations. A Tadmait, les premières colonies sont observées vers la fin de l'hiver (1986 et 1987), mais à Oued-Aïssi ce n'est que fin avril qu'elles apparaissent, alors que les conditions climatiques sont depuis longtemps favorables au développement des aphides. De plus, les premières colonies observées à Oued-Aïssi sont constituées en général d'une femelle ailée alors qu'aucune larve à ptérothèques n'est notée parmi les larves âgées. Ces larves à ptérothèques ne deviennent en fait majoritaires que vers la fin mai sur les rameaux les plus contaminés. Il semble donc que les infestations aphidiennes dans les secteurs enclavés dans le relief, comme c'est le cas pour Oued-Aïssi soient d'origine exogène. Pour ce qui est des infestations automnales, indiquons qu'elles sont quasi-nulles à Oued-Aïssi et d'amplitude généralement faible et surtout très irrégulière à Tadmait.

Au moment des maxima d'infestation d'aphides libres

sur arbres âgés, le nombre d'aphides/rameau est sensiblement plus élevé sur les gourmands ( $I_1GL = 2,1 \pm 0,4$  à Oued-Aïssi à l'exception de la parcelle  $O_3$ ), que sur les rameaux externes où dans les mêmes parcelles nous avons  $I_1EL = 0,4 \pm 0,1$ , soit une densité 5 fois plus faible. Ces maxima sont aussi atteints plus rapidement sur les rameaux externes que sur les gourmands. Ce phénomène est probablement dû au fait que les rameaux  $E$  se sont développés plus rapidement (fin de l'hiver) alors que la croissance des rameaux  $G$  est continue au printemps. La différence de densité sur ces deux types de rameaux s'explique par le fait que les gourmands sont des pousses très tendres et bien protégées à l'intérieur de l'arbre contre les variations climatiques extrêmes. Un examen détaillé des infestations de ces rameaux sur 3 composantes  $C$  de  $I_1L$  (tableau 1), permet de noter que la densité d'aphides/feuille est voisine pour  $E$  et  $G$  ( $C_1L$ ). Par contre le nombre de colonies/rameau ( $C_2L$ ) et le taux de rameaux contaminés ( $C_3L$ ) sont nettement plus élevés sur  $G$  que sur  $E$ . Ceci vient du fait que sur les gourmands de nombreuses feuilles/rameau (parfois plusieurs dizaines) peuvent être colonisées par les aphides, alors que sur les rameaux  $E$  3 feuilles apicales au plus sont contaminées. De plus sur les gourmands, la répartition spatiale des aphides est très hétérogène (colonies très populeuses à l'apex et très jeunes colonies sur les feuilles périphériques). Sur les jeunes plants, les maxima de densité de pucerons sont nettement plus élevés que ceux observés sur  $E$  et  $G$ :  $I_1JL = 6,9 \pm 1,1$ . Cette augmentation est surtout sensible (tableau 1) au niveau des densités/feuille ( $C_1L$ ) et du taux de rameaux infestés ( $C_3L$ ). Cette densité de pucerons sur les jeunes orangers peut être comparée avec celle de l'arbre âgé entier ( $A$ ). Dans ce cas  $I_1AL = 0,5 \pm 0,1$  à Oued-Aïssi et  $2,2$  à Tadmait. Ces valeurs sont bien sûr proches de  $I_1EL$  puisque les rameaux  $E$  sont dominants. Ainsi, que l'on compare ces valeurs au niveau du rameau ou de l'arbre entier, la densité des infestations est toujours plus élevée sur les jeunes orangers.

L'analyse des infestations sur arbres âgés et jeunes plants peut être abordée en comparant les populations réelles de pucerons sur ces catégories d'arbres. Nous devons alors tenir compte du rapport de frondaison (1/10) entre arbre et jeune plant. A Oued-Aïssi  $I_1AL = 0,5 \pm 0,1$ , mais à Tadmait  $I_1AL = 2,2$ . Pour les jeunes plants nous obtenons  $I_1JL = 0,7 \pm 0,1$ . Sur ces jeunes orangers les populations de pucerons (en absence des fourmis) sont dans l'ensemble numériquement proches de celles des arbres âgés.

Indiquons enfin que des observations ponctuelles effectuées en 1985 sur jeunes orangers donnaient une importance numérique équivalente entre *T. aurantii* ( $Pa$ ) et *A. citricola* ( $Pb$ ). Par contre en 1986 et 1987, nous notons que *A. citricola* devient l'espèce dominante dans un rapport de 7/1 avec la précédente au moment des maxima d'infestation. Il semble donc que *A. citricola* soit en pleine expansion sur les jeunes plants dans cette région.

### Aphides visités par *T. simrothi*.

Quels que soient, la nature des rameaux, l'âge des arbres, les espèces d'aphides (*T. aurantii*, *A. citricola*), la durée et l'amplitude des infestations d'aphides visités par *T. simrothi* ( $V_1$ ) sont plus importantes que celles observées avec les aphides libres ( $L$ ). Nous notons aussi que les taux de destruction des colonies ( $D$ ) sont plus faibles en présence de

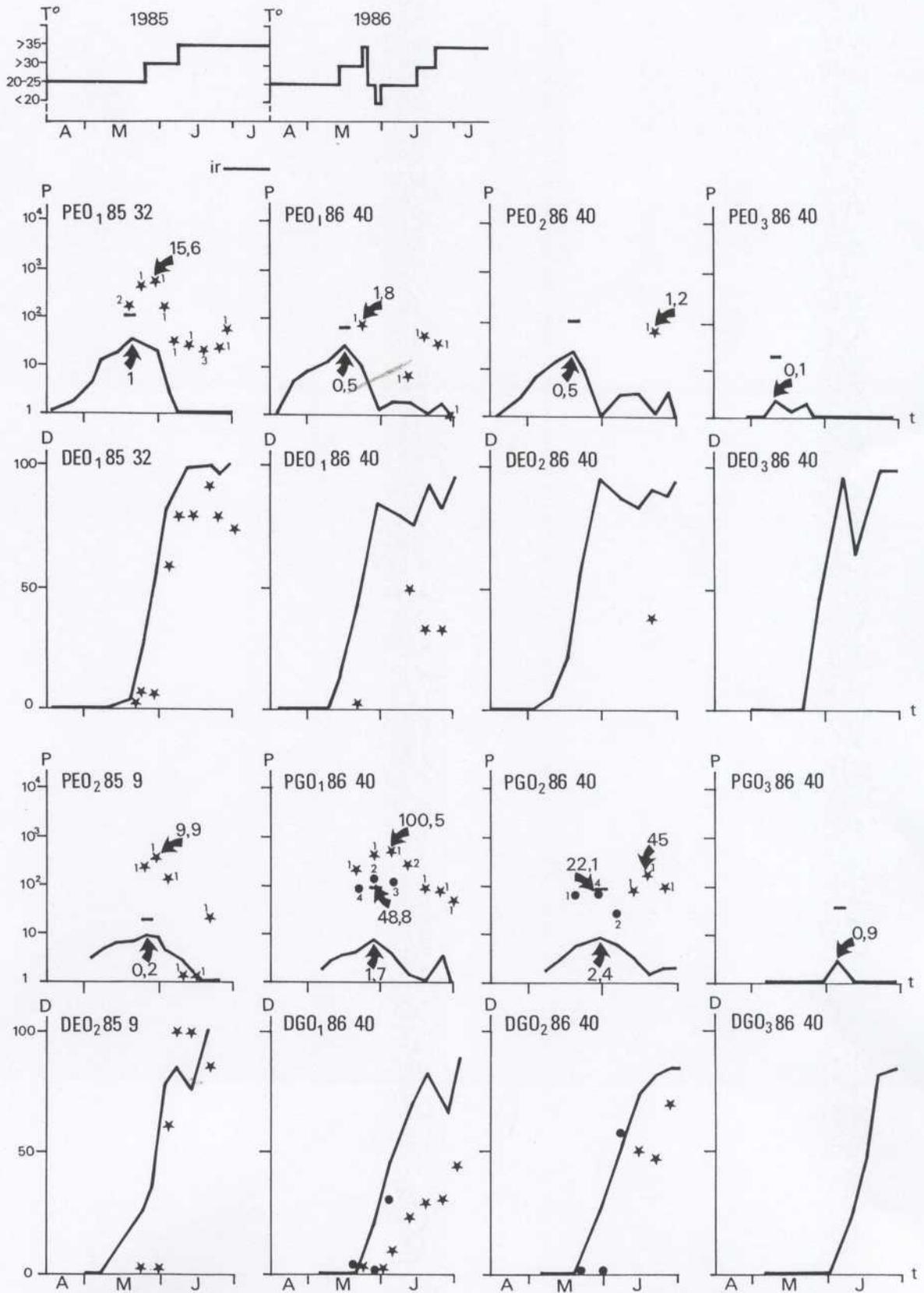
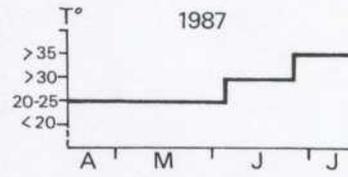


FIGURE 1 - Evolution du nombre d'aphides par arbre (P) et pourcentage de colonies détruites (D) au printemps, en fonction de la nature du feuillage, des parcelles et de la visite des fourmis (code : voir texte). Aphides libres (ligne continue) avec l'arbre le plus infesté (tiret horizontal) quand ces aphides sont au maximum de pullulation. Aphides visités : par *T. simrothi* (étoile) et par *P. schmitzi barbara* (cercle noir) avec le nombre d'arbres visités. I<sub>1</sub> quand l'infestation est maximum (nombre avec flèche). T° : graphique simplifié des températures maximales. Ir : irrigation à Oued-Aïssi.



ir ———

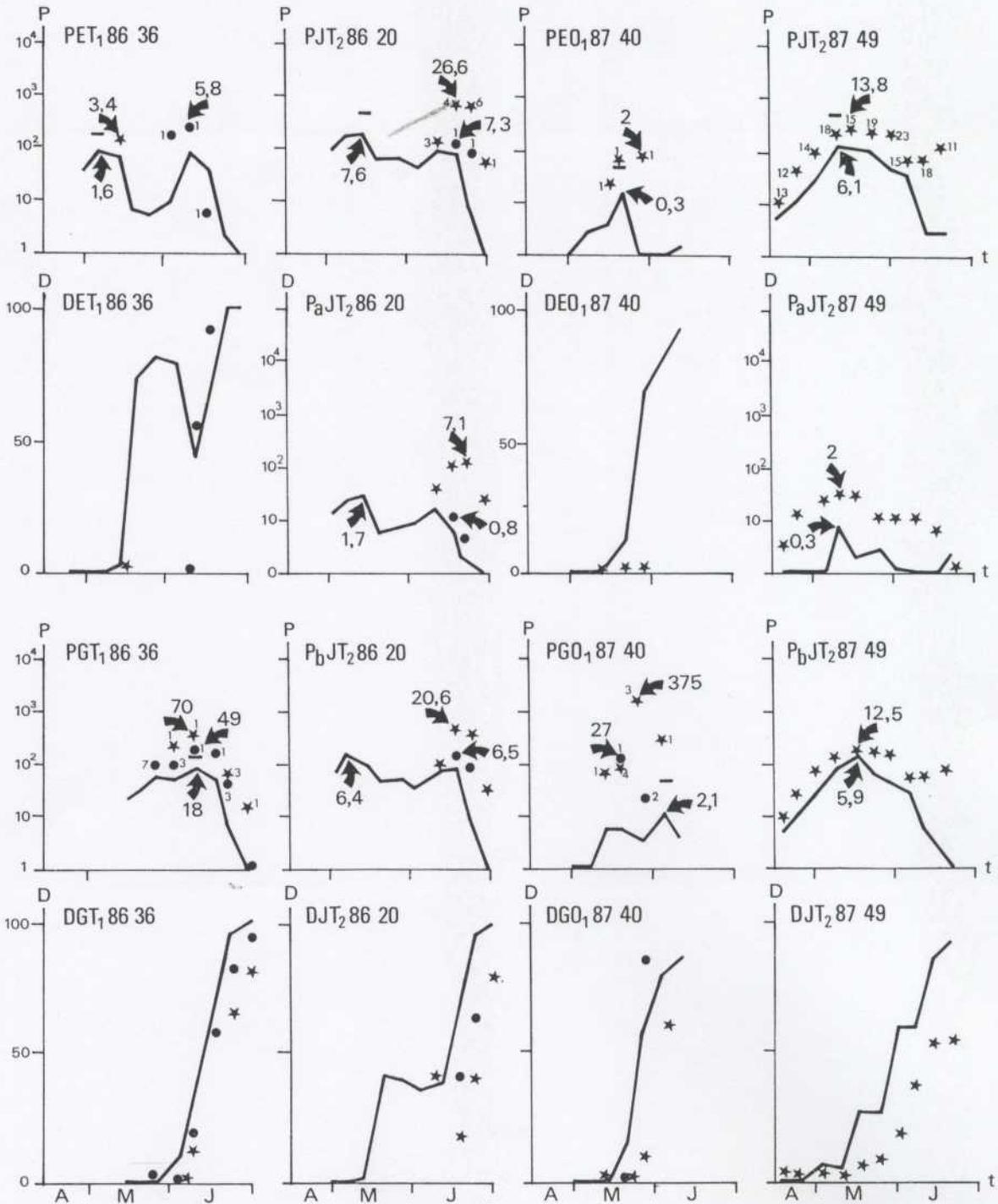


TABLEAU 1 - Composantes (C) de I<sub>1</sub> dans les parcelles, pour les aphides libres (L), visités par *T. simrothi* (V<sub>1</sub>) et *P. schmitzi barbara* (V<sub>2</sub>).

		Feuillage externe (E)		Gourmands (G)		Jeunes plants (J)
		Oued-Aïssi	Tadmaït	Oued-Aïssi	Tadmaït	Tadmaït
C <sub>1</sub> = $\frac{N \text{ pucerons}}{\text{colonie}}$	L	17,1 ± 6,3	18	18,2 ± 4,6	16	30,5 ± 14,8
	V <sub>1</sub>	42 ± 20,9	22,5	51 ± 22,6	23,3	42,5 ± 17
	V <sub>2</sub>		29	26,7 ± 7,6	25	20,7
C <sub>2</sub> = $\frac{N \text{ colonies}}{\text{rameau infesté}}$	L	1,1 ± 0,1	1,5	1,6 ± 0,4	3	1,6 ± 0,1
	V <sub>1</sub>	2,1 ± 0,7	3	5,5 ± 3,2	6	2,6 ± 0,5
	V <sub>2</sub>		3,3	4,1 ± 1,7	4	1,5
C <sub>3</sub> = $\frac{N \text{ de rameaux infestés}}{N \text{ total de rameaux}}$ p. 100	L	2,9 ± 1,6	6	7,6 ± 0,8	38	16,3 ± 8,8
	V <sub>1</sub>	7 ± 6,7	5	51,7 ± 2,9	50	20,8 ± 13,1
	V <sub>2</sub>		6	32,3 ± 12,7	50	10

TABLEAU 2 - Différences entre le nombre d'aphides sur les arbres visités par *T. simrothi* (V<sub>1</sub>) et *P. schmitzi barbara* (V<sub>2</sub>), et celui de l'arbre le plus contaminé en aphides libres (L max) et la valeur moyenne sur arbres non visités (L moy).

		Avant la visite des fourmis (t <sub>0</sub> )		Durant les visites (t)
		V - L moy	V - L max	V - L max
Feuillage externe (E)	V <sub>1</sub>	+ 12 ± 15 (12) * (2) (1)	- 24 ± 30 (12) **	+ 92 ± 155 (27) ***
Gourmands (G)	V <sub>1</sub>	+ 28 ± 20 (11) ****	- 44 ± 37 (11) ***	+ 281 ± 583 (26) *
	V <sub>2</sub>	+ 38 ± 27 (25) ****	- 22 ± 45 (25) *	+ 4 ± 64 (38) NS
Jeunes plants (J)	a	+ 3 ± 9 (22) NS	- 16 ± 18 (22) ****	+ 51 ± 141 (63) ***
	b	+ 30 ± 79 (44) **	- 116 ± 182 (44) ****	+ 57 ± 314 (119) *

a : *T. aurantii* b : *A. citricola*.

(1) : nombre d'observations (2) : degré de signification

\* : (P < 0,05) \*\* : (P < 0,02) \*\*\* : (P < 0,01) \*\*\*\* : (P < 0,001) par test t (comp avec  $\bar{X} = 0$ ).

TABLEAU 3 - Evolution des populations d'aphides après protection des troncs à la glu (fin mai 1987).

Traitement	Nombre de jeunes orangers	Nombre d'aphides par jeune oranger		
		initial	après 1 semaine	après 2 semaines
glu	10	154 ± 66	89 ± 55	42 ± 32
sans glu	10	147 ± 53	156 ± 53	128 ± 82
test U (Mann et Whitney)		NS	P < 0,05	P < 0,01

cette fourmi (figure 1). Ces constatations suggèrent l'existence d'un effet positif des fourmis sur la croissance et la survie des aphides. Cet effet peut être globalement montré en utilisant tout d'abord une méthode analytique basée sur le calcul des différences des populations de pucerons (tableau 2).

Généralement les rameaux et arbres destinés à recevoir la visite de *T. simrothi*, sont à t<sub>0</sub> un peu plus contaminés que la moyenne des arbres non visités : V<sub>1</sub> - L moy > 0.

Ceci n'exclut pas, comme nous l'avons observé en tout début de saison ou en été, que les ouvrières puissent visiter des arbres dépourvus de pucerons. Par contre à t<sub>0</sub>, V<sub>1</sub> - L max < 0. Ce ne sont donc pas les arbres les plus infestés qui sont «choisis» par les fourmis. Durant l'activité des ouvrières à t, V<sub>1</sub> - L max > 0. Cette inversion de tendance est observable sur *T. aurantii* comme sur *A. citricola*. Cet effet est quantifiable par (V<sub>1</sub> - L max)<sub>t</sub> - (V<sub>1</sub> - L max)<sub>t0</sub>, et les valeurs les plus élevées sont obtenues sur les gourmands (+ 325).

Les résultats expérimentaux obtenus après application de glu (tableau 3), au début de juin quand les aphidiphages sont actifs, permettent de vérifier l'effet bénéfique des fourmis sur les aphides : déjà après une semaine les populations de pucerons sur les arbres accessibles aux fourmis (non englués) sont plus importantes (différence significative à  $P < 0,05$ ).

L'accroissement des populations d'aphidés sur les rameaux et arbres visités peut être calculé par le rapport  $I_1V_1/I_1L$  au moment des maxima. Sur le feuillage externe à Oued-Aïssi ce rapport est voisin de 10, mais sur les gourmands  $I_1V_1$  est plusieurs dizaines à une centaine de fois plus élevé que  $I_1L$ . Sur les rameaux des jeunes plants où la densité des aphides est plus élevée, le phénomène est bien moins marqué  $I_1V_1/I_1L$  est voisin de 3. Ainsi, que ce soit sur E, G et par voie de conséquence l'arbre âgé entier (A) l'effet des fourmis est bien plus sensible que sur le jeune oranger. Pourtant la population réelle de pucerons/arbre que celui-ci soit jeune ou âgé, est similaire en absence des fourmis (voir cas général).

Cette relative faiblesse de l'effet de *T. simrothi* sur les jeunes plants apparaît aussi dans l'analyse des composantes de  $I_1V_1$  (tableau 1). Nous notons que l'accroissement de chacune des composantes C ( $CV_1/CL$ ) est toujours plus important sur E et G que sur J. Nous pouvons tenter d'expliquer ces phénomènes en admettant que dans une aire donnée, le taux de croissance du nombre des aphides en présence des fourmis dépend du rapport numérique fourmis/pucerons. Ainsi en 1986, lorsque les parcelles ne sont pas encore désherbées (avril et mai), peu d'arbres sont visités par les fourmis, et ces dernières fréquentent surtout les colonies de pucerons des plantes adventices (Polygonacées, Malvacées, etc.). Dans ce cas l'effet des fourmis sur les orangers est peu sensible. Par contre en 1985, après un désherbage précoce des vergers, et surtout en 1987 avec en plus une irrigation prématurée qui limite l'activité de *T. simrothi* à quelques arbres, l'effet des fourmis ( $I_1V_1/I_1L$ ) est maximum. Dans ce dernier cas, l'action des ouvrières est très marquée sur les gourmands qui sont très accessibles aux fourmis puisque situés seulement à 1 ou 1,5 m du sol et en prolongation des troncs ( $I_1GV_1 = 375$ ), la relative faiblesse de l'effet des fourmis sur les aphides des jeunes plants implique que le rapport numérique fourmis/pucerons soit plus faible que celui des arbres âgés. Nous savons que les populations réelles de pucerons sur ces deux types d'arbres sont assez voisines ( $I_1AL = 0,5 \pm 0,1$  à Oued-Aïssi et  $I_1JL = 0,7 \pm 0,1$ ). Nous devons donc envisager un déficit d'activité des fourmis sur un jeune oranger par rapport à l'activité que les ouvrières manifestent dans la visite d'un

arbre âgé. Ce phénomène est vraisemblablement dû à une différence dans la stratégie de récolte. En effet, dans les parcelles d'arbres âgés, le pourcentage d'arbres visités ne dépasse pratiquement pas 10 p. 100 alors que dans les parcelles de jeunes plants il est plus élevé (jusqu'à 47 p. 100). Ainsi, sur les arbres âgés les fourmis concentrent généralement leur action sur seulement quelques arbres, leur stratégie est verticale. Par contre sur les jeunes plants, les fourmis visitent plusieurs arbustes et sont vraisemblablement moins actives sur chacun d'eux, la stratégie est ici horizontale.

L'analyse des indices  $I_2$  et  $I_3$  permet de quantifier l'effet des fourmis dans le temps (mai + juin) et dans l'espace (parcelle). Ils sont donnés à l'échelle du rameau (tableau 4).

Nous observons que le nombre de «pucerons x jours» plus élevé est enregistré sur les jeunes plants, et ceci aussi bien avec les aphides libres ( $I_2JL$ ) qu'avec les aphides visités par *T. simrothi* ( $I_2V_1$ ). Le meilleur accroissement dû à l'action des fourmis est enregistré sur les arbres âgés de Oued-Aïssi :  $I_2AV_1/I_2AL = 15$  et  $I_2JV_1/I_2JL = 3$ . Ces résultats confirment les conclusions obtenues dans les comparaisons  $I_1V_1/I_1L$ , à savoir un effet plus important sur des populations d'aphides de faible densité. Par contre lorsqu'on analyse les phénomènes au niveau de la parcelle entière nous notons que l'effet des fourmis est pratiquement égal dans les parcelles d'arbres âgés de Oued-Aïssi ( $I_3AV_1/I_3L = 1,7$ ) et les parcelles de jeunes plants ( $I_3JV_1/I_3JL = 1,6$ ). Cette égalité traduit un effet identique des fourmis dans des parcelles d'âges différents, mais portant des populations d'aphides de même ordre de grandeur. Sur les jeunes plants les fourmis ont une activité à dominante horizontale qui compense l'activité à dominante verticale manifestée dans les parcelles âgées.

#### Aphides visités par *P. schmitzi barbara*.

Cette espèce niche dans les poches terreuses des troncs et parfois au pied des arbres. Les colonies de *P. schmitzi barbara* sont peu populeuses (au plus quelques centaines d'individus) et ne sont pratiquement active que sur les aphides des gourmands où elles bénéficient d'une protection thermique. Aucune interférence ou cohabitation n'est notée entre cette fourmi et *T. simrothi* sur les orangers.

L'effet de *P. schmitzi barbara* sur les populations de pucerons (essentiellement *T. autantii* sur gourmands) a été étudié (tableau 2). Cette fourmi se rencontre surtout sur les arbres où le développement des gourmands est important. Avant d'être visitées par les ouvrières, les populations

TABLEAU 4 - Indices  $I_2$  (par arbre) et  $I_3$  (par parcelle) exprimés en nombre de «pucerons x jours»/rameau, en fonction des aphides libres (L), visités par *T. simrothi* ( $V_1$ ), et *P. schmitzi barbara* ( $V_2$ )

		arbres âgés		jeunes plants
		Oued-Aïssi	Tadmaït	Tadmaït
$I_2$	(1) L	11 ± 4	69	190 ± 52
	$V_1$	168 ± 92	123	538 ± 46
	$V_2$	29 ± 9	144	216 ± 87
$I_3$	$V_1$	19 ± 7	71	297 ± 29
	$V_2$	12 ± 5	72	193 ± 55

(1) :  $I_2L = I_3L$

d'aphides sur ces rameaux sont numériquement voisines de celles des arbres les plus contaminés non visités :  $(V_2 - L \max)_{10}$  est proche de 0. Durant l'activité de cette fourmi, aucune augmentation très sensible des populations d'aphides n'est notée :  $(V_2 - L \max)_1$  est voisin de 0. Nous constatons aussi (tableau 1) que les composantes C de  $I_1GV_2$  diffèrent peu de celles de  $I_1GL$ . D'une façon générale, qu'il s'agisse des indices  $I_1, I_2, I_3$  ou des taux de destruction des colonies (tableau 4 et figure 1), aucune différence bien marquée n'apparaît entre les populations des pucerons des arbres visités par cette espèce et celles des arbres non visités.

*P. schmitzi barbara* est donc surtout active sur les arbres déjà bien infestés et son effet bénéfique sur les aphides des gourmands est assez discutable.

### DISCUSSION

*T. aurantii* est l'espèce dominante dans les orangeries de Kabylie, mais sur les jeunes plants où les infestations sont de loin les plus intenses, c'est *A. citricola* qui est numériquement la plus importante. Cette dernière espèce a été observée pour la première fois en 1962 sur le littoral marocain (CHAPOT et DELUCCHI, 1964) et nous savons qu'un seul individu de *A. citricola* peut provoquer la déformation foliaire (LYON, 1980). Si on tient compte de la nécessité d'un rajeunissement des vergers en Algérie, de la nocivité de cette espèce par ses dégâts directs et de sa probable expansion actuelle dans les jeunes vergers, il est vraisemblable que dans les années futures les infestations aphidiennes posent quelques problèmes en agrumiculture.

Selon BERNARD (1976), *T. simrothi* est «la fourmi la plus nuisible aux cultures du Maghreb». Ceci est dû à ses effets positifs sur la multiplication et la survie des aphides et à son abondance dans les secteurs cultivés, en particulier les orangeries. Sa plus forte influence est observée sur les populations d'aphides des arbres âgés. Il convient toutefois de préciser que sur ces arbres, les ouvrières fréquentent très rarement les hautes branches. Il est donc vraisemblable que l'effet des fourmis tel que nous l'avons calculé pour ces arbres soit un peu surestimé. Cette influence des fourmis est accrue après désherbage des vergers. Dans ce cas les ouvrières ne sont plus actives sur les aphides des plantes adventices et concentrent alors leur activité sur les pucerons des orangers. Le rôle des plantes adventices n'est donc pas uniquement négatif comme on le prétend, puisqu'elles peuvent constituer, via les aphides qu'elles portent, un écran protecteur pour les orangers.

Sur ces arbres âgés les infestations varient considérablement suivant le type de rameau, mais aussi pour le même feuillage et sont très hétérogènes d'un arbre à l'autre. La répartition spatiale des aphides y est étagée dans le sens vertical. Dans les parcelles de jeunes plants, au contraire, la répartition des aphides est à dominante horizontale. Une corrélation étroite semble exister entre cette répartition spatiale des pucerons, l'activité et l'effet des fourmis. La stratégie mise en jeu par *T. simrothi* est parfaitement adaptée sur l'exploitation des ressources du milieu. Ceci explique

en partie l'immense succès des fourmis dans la conquête des écosystèmes (LEVIEUR et LENOIR, 1985).

Les seuils économiques relatifs aux infestations aphidiennes sur *Citrus* proposés par BARBAGALLO et NUCIFORA (1981), NUCIFORA (1983), BARBAGALLO et PATTI (1986) sont les suivants : 25 p. 100 de rameaux attaqués par *T. aurantii* et 10 p. 100 pour *A. citricola*, avec 3 ou 4 feuilles infestées par rameau. Nous pouvons vérifier, à partir des valeurs de  $C_3$  (tableau 1), que sur les arbres âgés les plus infestés c'est-à-dire visités par *T. simrothi*, le pourcentage de rameaux infestés, essentiellement par *T. aurantii*, est inférieur à 10 p. 100. Il n'y a donc pas de dépassement du seuil économique sur ces arbres. Sur les jeunes plants au moment des maxima d'infestation, nous avons une proportion de 7 individus de *A. citricola* pour un individu de *T. aurantii* sur les arbres non visités et le rapport est de 4/1 sur les arbres visités par *T. simrothi*. Dans ces conditions le seuil économique se situe à  $(10 \times 7 + 25 \times 1)/8 = 12$  pour les arbustes non visités et  $(10 \times 4 + 25 \times 1)/5 = 13$  pour les arbustes visités par *T. simrothi*. Les valeurs  $C_3J$  (tableau 1) sont supérieures aux valeurs du seuil que nous venons de calculer : 16,3 en absence des fourmis et 20,8 en leur présence. Remarquons cependant que si le nombre de colonies ou feuilles contaminées/rameau infesté est voisin de 3 sur les arbustes visités, cette valeur ( $C_2J$ ) est assez faible en absence des fourmis :  $C_2JL = 1,6$ . Dans ces parcelles de jeunes plants où nous pouvons avoir près de 30 p. 100 des arbres fréquentés par *T. simrothi*, il semble que nous soyons en position de dépassement du seuil économique. Ce phénomène est surtout dû à l'intervention des fourmis.

La «pression aphidienne» que nous avons calculée pour une durée de 2 mois (mai + juin), et exprimée par rameau pour les parcelles entières de jeunes plants ( $I_3 = 297$  «pucerons x jours») est environ de 60 p. 100 supérieur à celle des jeunes plants en faisant abstraction de l'activité des fourmis. Nous savons que ces aphides en Afrique du Nord sont surtout redoutables par les dégâts directs qu'ils occasionnent sur les *Citrus*, c'est-à-dire par la quantité de sève prélevée. Nous savons aussi que *T. simrothi*, qui n'est réellement active qu'en fin de soirée et durant une partie de la nuit, peut dans des conditions optimales augmenter jusqu'à 5 fois la production de gouttes de miellat, donc la prise alimentaire des aphides (DARTIGUES, à paraître). Dans ces conditions il semble évident que cette «pression aphidienne» et le préjudice qui en découle doivent être revus à la hausse. Il serait aussi souhaitable d'introduire ce paramètre physiologique dans le calcul des seuils économiques, par exemple sous la forme d'un pourcentage d'arbres visités par les fourmis.

Il est certain que dans de nombreux secteurs agrumicoles, comme c'est le cas en Kabylie, la production fruitière pourrait être améliorée en utilisant des techniques simples : entretien du sol et meilleure gestion de l'eau, protection des jeunes plants à l'aide de glu dès la fin de l'hiver. Ajoutons à cela une taille des gourmands qui sous l'action des fourmis peuvent durant l'été maintenir des faibles populations de pucerons, qui dans certains cas, sont susceptibles de déclencher des reprises d'infestations automnales.

## REFERENCES

- AROUN (M.). 1985.**  
Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja.  
*Premières Journées d'Etudes INA, Alger*, 1-6.
- BARBAGALLO (S.) et NUCIFORA (A.). 1981.**  
Criteri di stima della popolazioni e soglia d'intervento per i Fitofagi dannosi al limone.  
in : *Cavalloro R. and Dimartino E. (Eds) «Standardization of biotechnical methods of integrated pest control in citrus orchards»*.  
*CEC (Ed.), j, Luxembourg*, 27-34.
- BARBAGALLO (S.) et PATTI (I.). 1986.**  
The citrus aphids : behaviour, damages and integrated control.  
in : *Cavalloro R. and Dimartino E. (Eds) «Integrated pest control in citrus groves»*. *Balkema (Ed.), Rotterdam*, 67-75.
- BERNARD (F.). 1968.**  
Les fourmis (Hymenoptera Formicidae) de l'Europe occidentale et septentrionale. Faune de l'Europe et du Bassin méditerranéen.  
*Masson (Ed.), Paris*, 411 p.
- BERNARD (F.). 1976.**  
Contribution à la connaissance de *Tapinoma simrothi* KRAUSSE, fourmi la plus nuisible aux cultures du Maghreb.  
*Bull. Soc. H. nat. Afr. Nord*, 67, 87-102.
- CAGNIANT (H.). 1968.**  
Liste préliminaire des fourmis forestières d'Algérie. Résultats obtenus de 1963 à 1966.  
*Bull. Soc. H. nat. Toulouse*, 104, 138-147.
- CAGNIANT (H.). 1970.**  
Deuxième liste des fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêt.  
*Bull. Soc. H. nat. Toulouse*, 106, 28-40.
- CHAPOT (H.) et DELUCCHI (V.L.). 1964.**  
Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc.  
*INRA (Ed.), Rabat*, 339 p.
- LEVIEUX (J.) et LENOIR (A.). 1985.**  
Modalités d'exploitation des ressources du milieu par les insectes sociaux terricoles.  
*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 110, 377-393.
- LYON (J.P.). 1980.**  
Les fourmis en agrumiculture.  
*C.R. Journées Citrus Côte d'Azur, 1979, OILB/INRA, Antibes*, 2 p.
- NUCIFORA (A.). 1983.**  
Pilote project for biological control in citrus culture.  
*CEC Agriculture. CEC programme on integrated and biological control. Progress report 1979/1981, EUR 8273, Luxembourg*, 79-88.

REPARTICION ESPACIO-TEMPORAL DE LOS AFIDOS Y LA INFLUENCIA DE LAS HORMIGAS, SOBRE NARANJOS EN KABILIA.

D. DARTIGUES.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1991, vol. 46, n° 4, p. 461-469.

RESUMEN - Sobre naranjos en primavera, la importancia de las infestaciones afidianas varía en función de los factores físicos, cuidados aportados al huerto, naturaleza de los ramos, edad de los árboles y sobre todo la visita de hormigas. *Toxoptera aurantii* es la principal especie de áfidos encontrada en los árboles viejos. Contrariamente, sobre los naranjos jóvenes, los más contaminados, *Aphis citricola* domina, *Tapinoma simrothi*, hormiga muy activa, tiene una influencia positiva importante sobre el crecimiento y sobrevivencia de los áfidos. Otra especie de hormiga *Plagiolepis schmitzi barbara*, tiene un rol débil limitado a los áfidos de los rebrotes. El rebase de los umbrales económicos y los daños debidos a la acción de las hormigas son discutidos.

