

Circonstances des pullulations de *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*) en verger d'agrumes

M'hamed HMIMINA*✦, Latifa ALLAM*, Yamna OUGASS*
& Abdelkader MARMOUCHE *

(Reçu le 11/02/1994 ; Accepté le 10/03/1994)

ظروف تجمهر *T.Urticae* على الحوامض

في سهل الغرب يعتبر الحلم النساج *T.Urticae* من أهم الآفات على الحمضيات، الدراسة التي أنجزت متمحورة حول إحصاء الحلم على أوراق الكرمنتين، الأشجار المصابة، تتبع النزوح بواسطة الأشرطة، إصابة النباتات المتواجدة في الحقل ومدى تأثيرها على احتشار الأشجار. استنتجنا من هذا البحث المعطيات الآتية يبدأ تكاثر الحلم على الحمضيات في منتصف فصل الربيع ويتم الإجتياح في فصل الصيف (يوليوز-غشت). دور الأعشاب المضرة والحرارة والنزوح المنبثق عن التطبيقات الفلاحية كالحرق والتعشيب تم معانيته على سعة التجمهر.
الكلمات المفتاحية : الحلم - *T.Urticae* - الحوامض - النزوح - الاجتياح.

Circonstances des pullulations de *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*) en verger d'agrumes

T. urticae est l'un des gros ravageurs actuellement recensés sur diverses cultures et plantes spontanées. Le travail, centré autour d'observations conduites en verger d'agrumes, présente la genèse des pullulations du tétranyque. Les facteurs climatiques, le rôle des mauvaises herbes dans l'approvisionnement des arbres en individus sont analysés. Il ressort de l'agencement de l'ensemble des observations conduites, l'importance décisive des interactions qui s'exercent entre clémentinier et strate herbacée. Le suivi des populations de *T. urticae* à des fins de phytoprotection doit nécessairement tenir compte de la charge en individus de ces composantes du système verger.

Mots clés : *Tetranychus urticae* - Clémentinier - Migration - Pullulations - Mauvaises herbes

Swarming circumstances of *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*) in *Citrus* orchards

Tetranychus urticae Koch is one of the most important, actually recorder, pest on various crops and spontaneous plants. Based on observation done in *Citrus* orchards, this work present the genesis of the mite swarming in nature. The effect of climatic factors and weds on *Citrus* trees infestation were analyzed. The interaction between clementine trees and herbaceous stratum was determined in this infestation. The survey of the Twospotted spider mite pullulation on weeds should be considered in any control programme.

Keys words : *Tetranychus urticae* - Swarming - Citrus - Weeds - Climat

* Département de Zoologie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P.6202- Instituts, 10 101 Rabat (Maroc)

✦ Auteur correspondant

INTRODUCTION

En protection des agrumes, la lutte chimique détient encore une très large place. L'étude entreprise au Gharb, une des régions traditionnelles de la culture des *Citrus*, porte particulièrement sur *T. urticae*, un de leurs prédateurs notoires, justifiant chaque année au moins trois interventions acaricides.

Dans un travail conduit en laboratoire (Allam & Hmimina, 1994), nous avons examiné l'influence de certaines mauvaises herbes associées aux *Citrus* sur les paramètres reproductifs de l'acarien.

Dans la présente contribution, la biologie du tétranyque est abordée dans la perspective d'une mise au point de méthodes intégrées de protection. On y abordera une analyse structurelle quantitative des principaux facteurs environnementaux qui règlent le niveau numérique de ses populations sur clémentinier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le verger où l'étude a été conduite est situé à Souk Tlat du Gharb. Il appartient à la Société de Développement Agricole (SODEA, UP 6112). La superficie expérimentale retenue est de 1.73 ha soit 408 arbres de clémentinier âgés de 48 ans et greffés sur bigaradier.

Les pratiques culturales telles qu'elles étaient effectuées durant les 3 années de l'étude se limitent à 3 covercrops annuels (février, mai et août), des irrigations en fonction des besoins et une taille hivernale.

Durant toute la période d'expérimentation, les traitements acaricides sont suspendus, en revanche les interventions insecticides se limitaient, en cas de besoins, à des applications coccicides, aleurocides et aphicides. Les produits utilisés à cet effet sont respectivement le murfotox, le butocarboxim et le pirimicarbe.

Le seul agent climatique pris en compte dans l'étude est la température (maximum et minimum). Les prélèvements ont porté sur des feuilles jeunes mais ayant terminé leur croissance, réparties sur l'ensemble de la frondaison de l'arbre. Chaque semaine, 10 feuilles par arbre sur 10 arbres pris au hasard sur l'ensemble du verger sont examinées en laboratoire. Ce dénombrement permet de quantifier le niveau de population en

présence. La taille de 100 feuilles n'est pas fixée arbitrairement mais découle de nombreux travaux (Baillod *et al.*, 1980; Baillod *et al.*, 1985; Delrio & Neiddu, 1983; Zalom *et al.*, 1986).

Un autre contrôle concernant l'ensemble des arbres du verger, préalablement cartographiés sur un plan parcellaire, a été opéré. Il consiste à examiner chaque semaine environ 10 feuilles par pied, soit au total 4080 feuilles, et à noter celles occupées par des formes mobiles. Les résultats de ces observations sont pris en compte lors de l'appréciation de l'échange d'acariens entre la strate herbacée et l'arbre.

En verger, il est reconnu que les populations du tétranyque se multiplient au niveau des mauvaises herbes et que les individus partent en migration pour occuper l'arbre. Le but de nos sondages consiste à estimer qualitativement la présence de *T. urticae* dans la couverture herbacée. Les observations faites sur la flore de la cuvette de l'arbre portent sur la diversité botanique, l'absence-présence des formes mobiles de l'acarien, le niveau spécifique d'infestation de ces mauvaises herbes.

La dispersion chez les tétranyques n'est pas toujours passive mais a lieu souvent sous l'action de certains stimuli (Brandenburg & Kennedy, 1982 ; Chandler *et al.*, 1979 ; Dabrowski & Marczak, 1972 ; Gerson & Aronowitz, 1980 ; Suski & Naegele, 1966). Dans le verger, la migration verticale de l'acarien a été suivie par des bandes pièges engluées de 3 cm de largeur, posées sur le tronc des arbres à une distance de 50 cm du sol. Les bandes sont constituées de tissu autocollant sur lequel nous avons disposé à l'aide d'un pinceau, une traînée de glu (Temoocid, Kollant). Ces bandes ont été posées sur 10 arbres. Chaque 15 jours, elles sont décollées et observées pour dénombrement d'individus englués lors de leur ascension ou descente.

RÉSULTATS

1. Évolution des arbres infestés

L'évolution annuelle des pourcentages d'arbres infestés par *T. urticae* est décrite par la figure 1.

En 1990, l'infestation était faible; les pieds atteints représentaient 0.5% en janvier et février; 3.8 en mars et 3.9 en mai. En été, la proportion de clémentiniers abritant le tétranyque demeurait encore très basse.

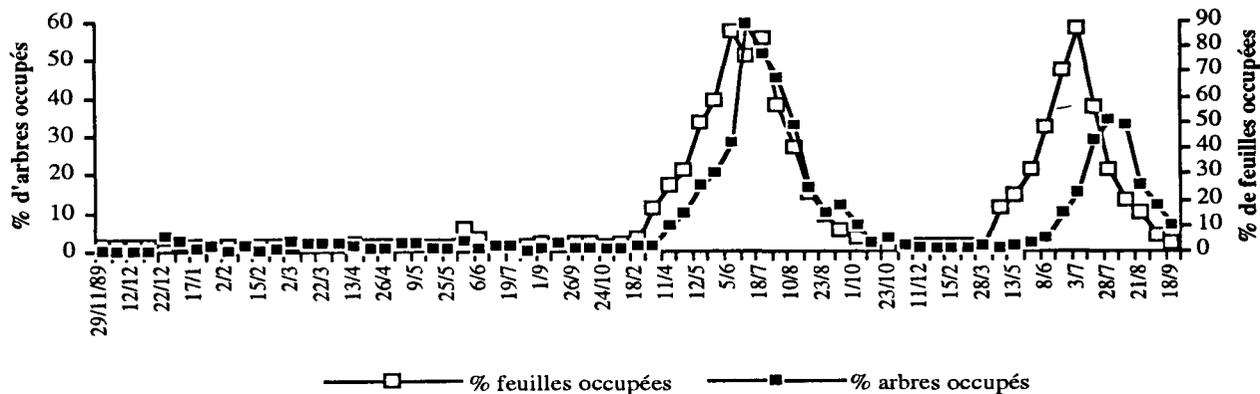


Figure 1. Évolution (en %) d'arbres et de feuilles occupés

L'année 1991, se caractérise par une forte infestation. Celle-ci, déclarée la deuxième semaine d'avril sur quelques clémentiniers (10% environ), a atteint progressivement 87% des arbres du verger le 18 juillet. Après ce pic estival, nous constatons un certain freinage se soldant vers la première semaine d'octobre par un net ralentissement des pieds occupés. Cet état s'est maintenu durant l'hiver et le printemps de l'année qui suit. Mais à partir du 15 avril 1992, on observe un regain de vitalité des populations du tétranyque conduisant à des effectifs d'arbres occupés proches de 55%.

2. Pourcentage de feuilles occupées

Les relevés mettent en évidence des différences annuelles quant à l'agressivité du ravageur dans un même verger. Nous remarquons que le pourcentage de feuilles occupées épouse le même profil temporel que l'effectif d'arbres infestés (Figure 1).

En 1990 et sans aucune intervention acaricide, la faible pullulation constatée correspond selon toute apparence à un état d'équilibre dynamique caractéristique des périodes de latence. En 1991, la pullulation a évolué à partir de la deuxième quinzaine d'avril. D'un point de vue quantitatif, le 18 juillet 1991, le pourcentage de feuilles occupées était de 15 fois supérieur à celui enregistré dans le même habitat une année avant. L'année 1992 confirme la tendance observée en 1991.

3. Effectif de formes mobiles par feuille

L'évolution numérique des formes mobiles, appréciée par des prélèvements répétitifs des échantillons de 100 feuilles dans l'ensemble du verger, est décrite par la figure 2.

En 1990, l'impact de la pullulation est très faible (moins de 6 formes mobiles /100 feuilles). Mais les premiers individus pionniers de l'infestation

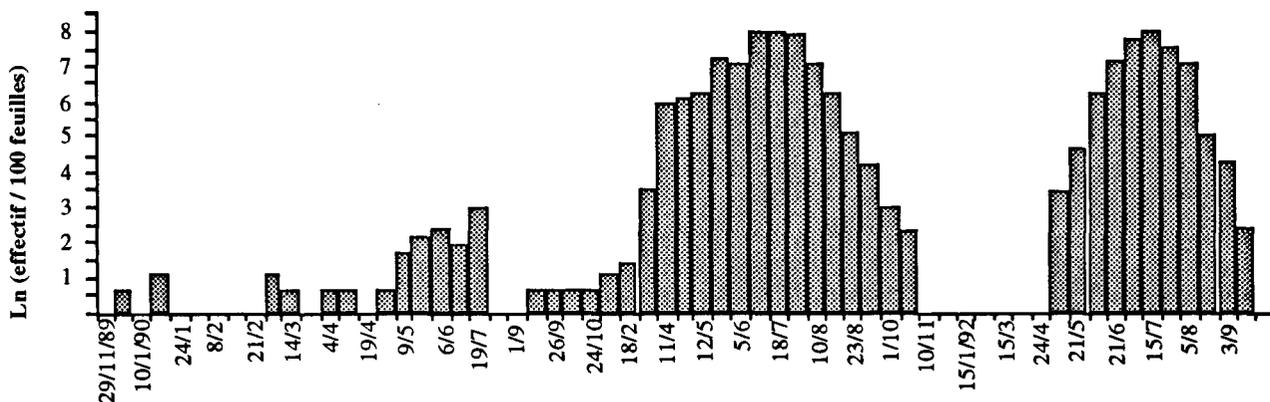


Figure 2. Effectif (en logarithme népérien) de formes mobiles / 100 feuilles

printanière de l'année 1991 seraient ceux observés en fin septembre 1990. Ce sont, en partie, ces formes hivernant sur place qui seraient le départ des effectifs répertoriés à partir du printemps 1991. Aux mois de juin et juillet, la colonisation des nouvelles feuilles devient massive.

Dans la figure 2, les effectifs (exprimés en logarithme népérien) indiquent des charges foliaires de 3.8 acariens le 11 avril, 30.3 le 3 juillet, 29.7 le 18 juillet, 5.2 le 17 août et 0.7 le 5 septembre 1991. En 1992, le même profil se répète selon une chronologie identique.

La prise en compte du facteur thermique sur les pullulations (Figure 3) paraît peu explicite. Les infestations semblent coïncider avec l'élévation des températures mais chaque année leur imprime son caractère propre.

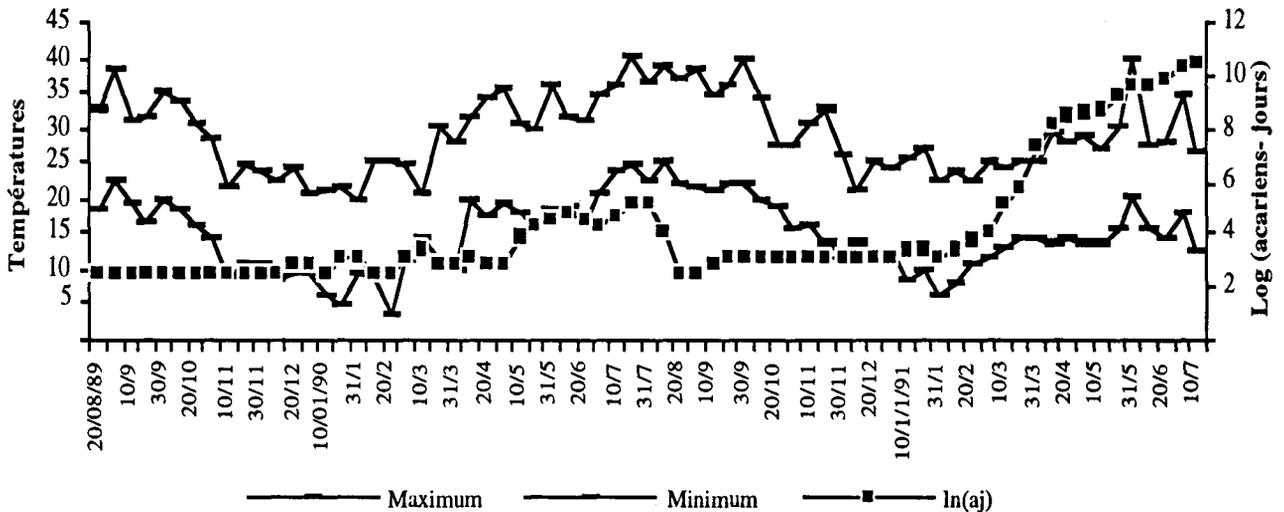


Figure 3. Évolution des quantités d'acariens-jours en relation avec la température

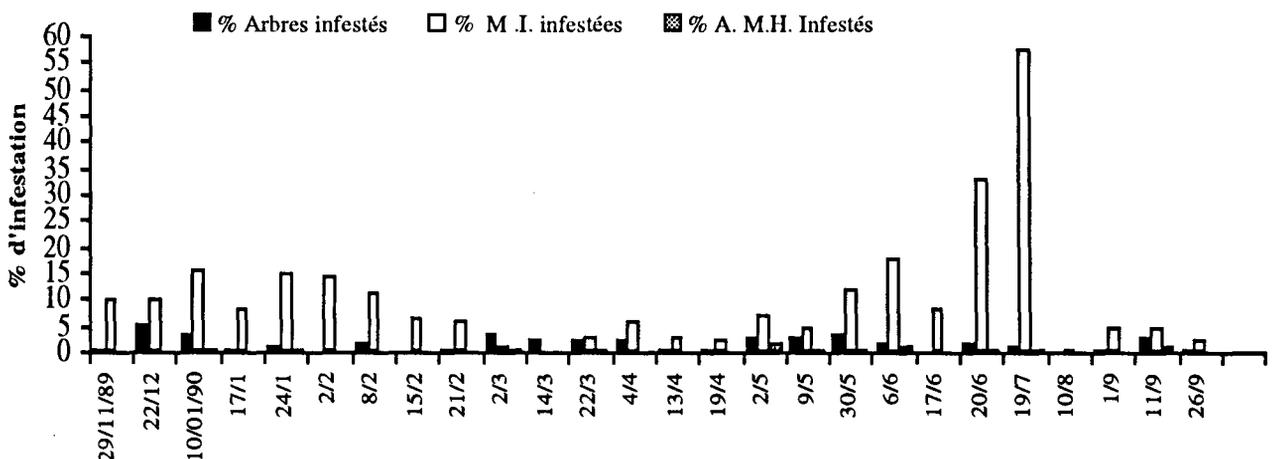


Figure 4. Pourcentages d'arbres, de mauvaises herbes (MH) et d'arbres à mauvaises herbes (AMH) infestés

4. Niveaux d'occupation des mauvaises herbes

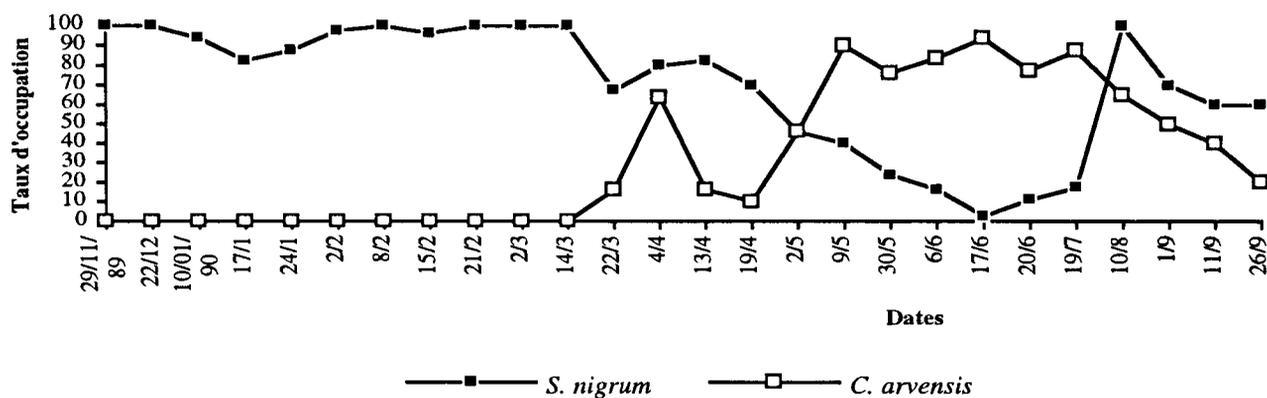
Les notations qualitatives faites sur la flore adventice montrent en toute période de l'année des taux d'occupation parfois excessifs (Figure 4).

Les espèces botaniques les plus régulièrement encombrées sont *Solanum. nigrum*, *Malva parviflora* et *Convolvulus arvensis*; les autres, accaparent périodiquement l'acarien (Tableau 1). Outre cet aspect, on note 3 types d'assemblages d'espèces:

- celles exploitables longtemps par l'acarien (*Solanum*, *Malva*, *Convolvulus*);
- celles présentes toute l'année mais faiblement exploitées (*Emex*, *Rumex*, *Ageratum*);
- celles occupées temporairement, le temps de leur cycle.

Tableau 1. Inventaire des espèces hôtes à souk Tlat et état de leur occupation saisonnière par *T. urticae*
(+ espèce infestée; - espèce absente ou non infestée)

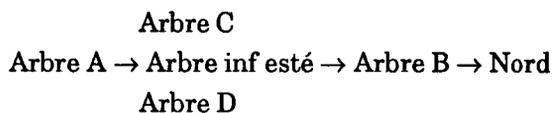
Espèces	Familles	Saisons.....			
		Hiver	Printemps	Été	Automne
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	+	+	+	+
<i>Malva parviflora</i>	<i>Malvaceae</i>	+	+	+	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	-	+	+	+
<i>Convolvulus murale</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	+	+	+	-
<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	-	+	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	+	+	+	-
<i>Emex spinosa</i>	<i>Polygonaceae</i>	+	-	-	-
<i>Rumex pulcher</i>	<i>Polygonaceae</i>	-	+	-	-
<i>Urtica urens</i>	<i>Urticaceae</i>	+	+	-	-
<i>Medicago hispida</i>	<i>Fabaceae</i>	-	+	-	-
<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Asteraceae</i>	+	-	-	-

**Figure 5. Taux d'occupation de *S. nigrum* et *C. arvensis* par *T. urticae***

Les pourcentages d'arbres ayant sous leur frondaison *S. nigrum* et *C. arvensis* occupés par *T. urticae* sont décrites par la figure 5.

Pour estimer la contribution des acariens vivant dans l'environnement immédiat de l'arbre sur l'occupation de celui-ci, nous transcrivons dans une table de contingence les résultats des relevés pris sur l'ensemble de la parcelle (Tableau 2). Dans ce

tableau, Y1i représente le nombre de relevés où la mauvaise herbe est infestée, Y2i le nombre de relevés où la mauvaise herbe n'est pas infestée. A, B, C et D les quatre arbres limitrophes décrits par le schéma suivant:

**Tableau 2. Résultats des relevés du verger de Souk Tlat (MH = mauvaise herbe; 0 = présence; 1 = absence)**

Relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Somme
MH0	1	1	1	0	0	0	3	1	0	0	4	4	4	2	21
MH1	0	16	2	7	1	2	12	9	9	4	8	8	3	6	87
A0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	2	4	1	0	12
A1	1	15	3	7	1	2	13	9	9	4	10	8	6	8	96
B0	0	1	1	2	0	0	2	1	0	0	2	1	6	0	16
B1	1	16	2	5	1	2	13	9	9	4	10	11	1	8	92
C0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	5	0	12
C1	1	14	3	7	1	1	15	10	9	4	10	11	2	8	96
D0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	10
D1	1	15	3	7	1	2	15	10	9	4	9	11	3	8	98

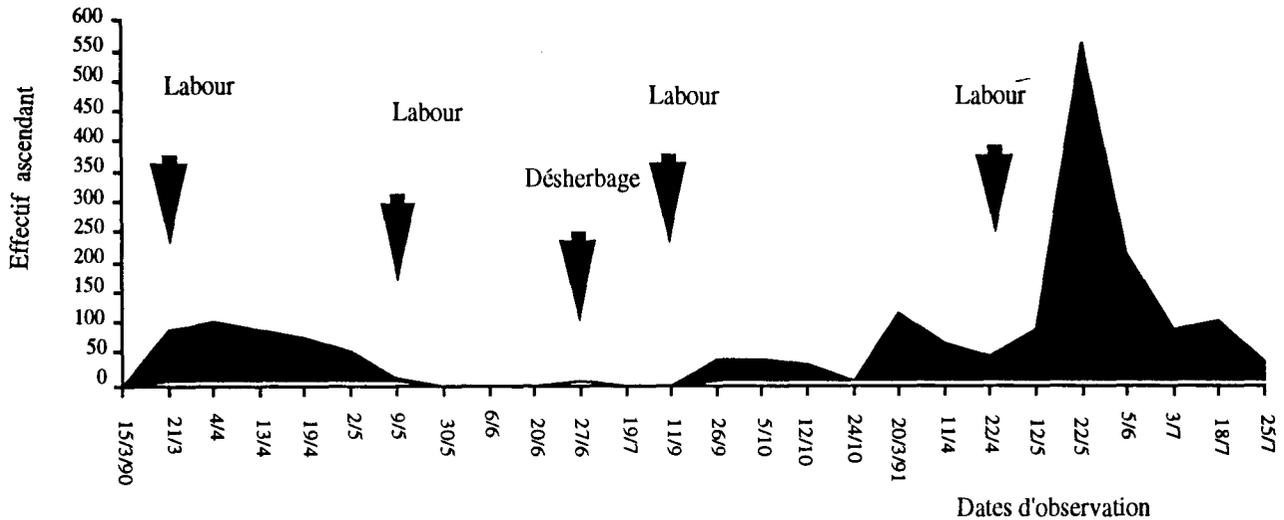


Figure 6. Effectifs de *T. urticae* englués

6. Estimation du flux migratoire entre la strate herbacée et l'arbre

Les données fournies par les bandes pièges sont consignées dans la figure 6.

En 1990, le maximum d'individus englués lors de leur montée sur l'arbre s'observe en mars et avril. En juin et juillet, l'ascension s'arrête puis reprend en automne mais avec une moindre importance. La présence, sous l'arbre, de mauvaises herbes fortement infestées ne semble pas avoir influencé sa contamination, au demeurant insignifiante durant cette année. Dès début avril 1991, le déplacement des individus de la strate herbacée vers le clémentinier paraît plus intense. Le 12 mai, le nombre de tétranyques englués est de 567 contre 212 le 5 juin et 87 le 3 juillet.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Durant les trois années, les pullulations se manifestent au moment où les conditions climatiques et le développement phénologique de l'arbre sont favorables au déploiement de l'acarien (Figures 1, 2 & 3). Dans ce qui suit, nous tentons de renforcer cette première déduction par une analyse exploratoire du poids de ces facteurs et l'intervention des mauvaises herbes sur l'affluence constatée.

Les niveaux de présence de l'acarien estimés par les taux d'arbres infestés, des feuilles occupées et les formes mobiles/feuille, se caractérisent par des amplitudes de variations très évidentes. Les

coefficients de corrélation annuels multiples entre les températures maximales, minimales et les quantités d'acariens-jours (Hoy, 1985), significatifs au seuil 5%, ($R_{1990} = 0.46$; $R_{1991} = 0.56$) augurent de l'action de la température sur l'essor de l'acarien. Dès lors, il demeure intéressant de s'attacher à dénouer les particularités liées à chaque année.

La spécificité climatique des deux cycles, peu évidente sur le plan température, se manifeste avec plus d'intensité au niveau des précipitations. En 1990, année pluvieuse, la diversité et l'abondance floristiques du système verger ont vraisemblablement accru la stabilité écologique par la mise en jeu de facteurs essentiellement du type alimentaire. Le tapis végétal, bien broussailleux et riche, aurait permis au ravageur de s'y multiplier sans tribulations.

En 1991, les conditions climatiques exceptionnelles qui caractérisent cette année (longue phase de sécheresse) apportent de nouvelles coercitions au développement de la flore herbacée. Il s'agit principalement d'une réduction cruciale de la masse trophique d'ombrage qui par son rôle tampon favorise un meilleur déploiement de tous les protagonistes du verger (ravageurs, parasites, entomophages, prédateurs...) et assure le maintien de leurs interrelations garantes de la stabilité de l'agrosystème. Dès lors, on peut souscrire à l'idée que le verger mis à nu par des façons culturales, perd de ses propriétés de régulation. L'acarien serait alors soumis sans nuances aux variations brutales d'ordre trophique

et climatique et l'unité fonctionnelle que l'on a vue stable en 1990, en verger enherbé, s'est désorganisée conduisant aux gradations des populations de *T. urticae*.

Vraisemblablement, le mécanisme de colonisation des agrumes par *T. urticae*, met en jeu plusieurs composantes et ne peut être perçu comme un phénomène simple. L'étude entreprise ne nous permettra pas de caractériser les potentialités intrinsèques de l'acarien mais d'en préciser par des techniques simples les modalités (amplitude numérique et vitesse du déroulement) des échanges (ascendants et descendants) entre les arbres et la flore annuelle sous-jacente.

Les pourcentages d'arbres infestés et le taux d'occupation de la flore adventice du verger ne s'harmonisent pas entre eux. Leur liaison ($R = 0.14$) manifeste plutôt un désordre et tout se passe comme s'il s'agissait de populations disjointes ou entretenant peu d'échanges entre elles. Mais si l'on considère la relation " % arbres infestés - % d'arbres infestés ayant à leur base des mauvaises herbes occupées", l'on constate que la valeur prise par le coefficient de corrélation devient significative ($R = 0.43$). L'infestation des mauvaises herbes d'ombrage déteint sur l'arbre situé en dessus.

Une autre façon d'approcher cette dépendance consiste à examiner en détails les modalités d'ingérence de deux adventices caractéristiques du tapis végétal. Les pourcentages d'arbres ayant sous leur frondaison *S. nigrum* et *C. arvensis* occupés par *T. urticae* sont représentés par la figure 5.

L'idée serait alors d'estimer la contribution des acariens vivant dans l'environnement immédiat de l'arbre sur l'occupation de celui-ci. La procédure adoptée consiste à analyser par le test de Wilcoxon les données du tableau 2.

L'analyse des chiffres fait ressortir que les mauvaises herbes, chargées de tétranyques, situées directement aux pieds des clémentiniers agissent significativement sur l'infestation de l'arbre ($G = 2.28$).

En revanche, celles établies sous la frondaison des 4 arbres voisins n'interviennent significativement que du côté de l'est (arbre D). La valeur normalisée pour chacune des directions (A, B, C, D) est respectivement de 0.92, 1.2, 1.08 et 1.69.

Le déplacement des acariens des mauvaises herbes du sujet D vers l'arbre infesté semble s'expliquer par les vents dominants (vents de l'est). Ce sont donc d'autres mécanismes intervenant dans la cinétique des échanges qu'il faudrait à présent tenter d'inclure.

Bien qu'inabordable dans l'étude, il est reconnu que les techniques agricoles (covercropping aux fins de désherbage, préparation et nivellement des planches avant irrigation, fauchage des herbes...) jouent un rôle dans le processus de gradation observée en 1991 (Figure 6).

Par la raréfaction des ressources alimentaires qu'ils engendrent, ces travaux devraient provoquer une débâcle poussant certains individus à rejoindre l'arbre. Ce mouvement déjà établi (Margolies & Kennedy, 1985, Perrin & Phillips, 1978), s'il témoigne de la complémentarité alimentaire entre les deux substrats (adventices de l'ombrage - hôte cultivé) particulièrement en situation de perturbation, laisse présumer que ce sont les descendants des immigrants natifs des agrumes qui assurent ultérieurement la colonisation de cet hôte. Mais il faudra attendre alors les femelles mûres de la deuxième génération et le début de la troisième (juillet et août) pour retrouver une population entièrement formée sur son nouvel hôte et s'y développant.

L'analyse de l'amplitude numérique de l'infestation et de la vitesse du déroulement des échanges peut être encore confortée par une recherche de corrélation entre les effectifs dénombrés sur les arbres et les migrants. Le coefficient de corrélation entre l'effectif englué et la charge par 100 feuilles ($R = 0.855$), significatif au seuil de 5%, dénote une concomitance hautement significative entre l'émigration des tétranyques de la strate herbacée et la colonisation du feuillage de clémentinier.

Après la phase de migration et d'installation qui suppose un profond bouleversement comportemental de l'acarien et un handicap d'autant plus grand que l'hôte de provenance est distinct de l'hôte d'accueil, intervient la phase d'explosion puis de dérèglement.

Au Gharb, les variations d'abondance entre années peuvent être de l'ordre de 1 à 30 (Figure 2). La gradation montre d'abord une phase progressive de 4 à 5 semaines, puis une période de culmination d'un mois environ se manifestant par une

défoliation des arbres attaqués, suivie ensuite d'une chute considérable des populations de l'acarien. Cet effondrement peut-être comparé dans sa résultante à un exode massif du tétranyque vers la strate herbacée.

Ainsi, si le verger est enherbé, le couvert végétal recevra les individus "déchus" et le cycle peut reprendre plus tard selon les mécanismes décrits. L'évolution cyclique des feuilles des agrumes impose donc au tétranyque une évolution également cyclique. Cependant ce cheminement n'est pas commun à l'ensemble des parcelles d'une exploitation. Si par exemple, ce phénomène s'observe dans le verger expérimental, le rythme d'expansion de l'acarien dans d'autres parcelles voisines y était par contre ralenti et n'engendrait aucune inquiétude. Nous ne pouvons dire *a priori* si un verger est favorable ou non à l'expansion de *T. urticae*.

La connaissance des processus décrits fait entrevoir des possibilités culturelles de lutte contre l'acarien. Un compromis doit être recherché entre le verger standardisé et sa flore d'accompagnement qui lui assure une stabilité écologique et une régulation naturelle des populations de tétranyques. Un tel accommodement ne peut être trouvé que par une expérimentation planifiée et des observations portant sur différentes variétés et techniques culturelles.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Allam L. & Hmimina M. (1994) Potentialités de développement de *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*) sur quelques hôtes sauvages et cultivés. *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)* 14 (1) : 37-44
- Baillod M., Antonin Ph. & Wantz C. (1980) Évaluation du risque dû à l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et à l'acarien jaune commun (*Tetranychus urticae* Koch) en vergers de pommiers. *Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 12: 183-188
- Baillod M., Ageron T., Schruft G. & Sondey J. (1985) Prédiction du risque provoqué par l'acarien rouge en viticulture: la méthode des symptômes. *Déf. vég.*, 236: 28-32
- Brandenburg R.L. & Kennedy G.G. (1982) Intercrop relationship and spider mite dispersal in a corn peanut agro-ecosystem. *Ent. exp. appl.* 32: 269-276
- Chandler L.D., Archer T.L., Ward C.R. & Lyle W.M. (1979) Influences of irrigation practices on spider mite densities on field corn. *Environ. entomol.* 8: 196-201
- Dabrowski A.Z.T. & Marczak Z. (1972) Studies on the relationship of *Tetranychus urticae* KOCH and host plants 1. Effect of plant species. *Pol. Pismo entomol.* XLII.4: 821-855
- Delrio C. & Neiddu G. (1983) Sampling for citrus red mite in orange groves utilizing the negative binomial distribution. *Ec. Expert's meeting/Palermo*: 81-89
- Gerson U. & Aronowitz A. (1980) Feeding of the carmine spider mite on seven host plant species. *Entomol. exp. appl.* 28: 109-115
- Hoy M. A. (1985) Integrated mite management for California almond orchards in Helle W., Sabelis M.W. *Spider mites their biology, natural enemies and control* Volume 1B pp 299-310. Elsevier 458p.
- Margolies D.C. & Kennedy G.C. (1985) Movement of the two spotted spider mite *Tetranychus telarius*. *Ann. entomol. soc. am.* 54:883-887
- Perrin R.M. & Phillips M.L. (1978) Some effects of mixed cropping on the population dynamics of insect pests. *Entomol. exp. appl.* 24: 385-393
- Suski Z.W. & Naegele J.A. (1966) Light response in the two-spotted spider mite II. Behavior of the Sedentary and dispersal phases in *Recent Advances in Acarology*, Carnel Press, Ithaca, New York, 480p.
- Zalom G., Wilson L.T., Kennett C.E., O'Connell N.V., Flaherty D. & Morse J.G. (1986) Presence - absence sampling of citrus red mite. *California agriculture* mars-avril :15-16