



**HAL**  
open science

# Une technique d'évaluation de la sensibilité variétale au tétranyque tisserand, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Application au haricot, au concombre, à la tomate et au fraisier

G van Impe, T Hance

## ► To cite this version:

G van Impe, T Hance. Une technique d'évaluation de la sensibilité variétale au tétranyque tisserand, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Application au haricot, au concombre, à la tomate et au fraisier. *Agronomie*, 1993, 13 (8), pp.739-749. hal-00885590

**HAL Id: hal-00885590**

**<https://hal.science/hal-00885590>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Une technique d'évaluation de la sensibilité variétale au tétranyque tisserand, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Application au haricot, au concombre, à la tomate et au fraisier

G Van Impe, T Hance \*

UCL, unité d'écologie et de biogéographie, place Croix du Sud, 5, B1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

(Reçu le 29 juin 1992; accepté le 18 juin 1993)

**Résumé** — La résistance variétale constitue un élément important du contrôle intégré du tétranyque tisserand ; il s'agit du moyen de lutte assurément le moins coûteux et le plus facile à appliquer pour l'horticulteur. Le but de ce travail était de mettre au point une méthode rapide et fiable conduisant à une caractérisation de la sensibilité variétale aux tétranyques. En conditions contrôlées, plus de 99% du potentiel de croissance de l'acarien sont déjà déterminés au 12<sup>e</sup> jour de la période d'oviposition. Dès lors, la courbe de fécondité cumulée, limitée à 12 j (24°C), et plus particulièrement l'effectif en première génération, peuvent servir de critères pour classer les variétés selon leur sensibilité au phytophage. L'ajustement à une fonction sigmoïde et la comparaison des valeurs d'intervalles de confiance à l'asymptote en permettent le traitement statistique. De cette façon, 17 variétés de haricot, 6 variétés de concombre, 4 variétés de tomate et 6 variétés de fraisier ont été étudiées. Des différences importantes dans les potentiels de croissance du tétranyque tisserand ont été mises en évidence, montrant que certaines variétés de fraisiers peuvent même être qualifiées de «résistantes» à *Tetranychus urticae*.

**résistance variétale / *Tetranychus urticae* / haricot / concombre / tomate / fraisier**

**Summary** — A technique for testing varietal susceptibility to the mite *T. urticae*. Application to bean, cucumber, tomato and strawberry. Varietal resistance is a major element in the integrated control of spider mites; it is the least expensive and the easiest technique for plant protection. In this context, the purpose of this study was to develop a rapid and reliable technique for evaluating strain susceptibility to spider mites. In laboratory conditions (24°C), > 99% mite increase potential was already expressed on d 12 of the oviposition period. The curve of cumulated fecundity, limited to 12 d, and particularly the size of the F1 generation, constitute useful criteria for determining susceptible and resistant varieties. After fitting a logistic function and comparing asymptotic confidence intervals, a statistical analysis could be performed. In this manner, 17 bean, 6 cucumber, 4 tomato and 6 strawberry varieties were tested. Significant differences appeared, and some strawberry varieties may even be considered as totally 'resistant' to *Tetranychus urticae*.

**plant resistance / *Tetranychus urticae* / bean / cucumber / tomato / strawberry**

## INTRODUCTION

L'étude de la résistance des plantes cultivées aux maladies a progressé de manière fulgurante au cours des 20 dernières années, à tel point que des cultivars résistants sont au-

jourd'hui disponibles de manière courante sur le marché, sans que quiconque s'en étonne encore. En revanche, malgré les travaux importants et relativement anciens concernant la sensibilité différentielle des variétés aux acariens et aux insectes (Painter, 1951), rares sont les pro-

\* Correspondance et tirés à part

jets actuels qui prennent en compte le problème de l'évaluation du niveau de résistance lors de la sélection de nouvelles variétés ou pour l'établissement de plans de contrôle intégré.

Il est vrai que le *screening* de résistance aux Arthropodes ne peut être effectué en boîtes de Pétri, et qu'il est inconcevable d'envisager la culture en champ expérimental de toutes les variétés qui seraient susceptibles de présenter un quelconque intérêt. C'est dans ce contexte que se situe la présente étude. Son but est de proposer une méthode d'évaluation, en laboratoire, de la résistance de plantes cultivées à *Tetranychus urticae* Koch.

L'hypothèse de l'intervention active des tétranyques dans la transmission de viroses végétales (Wallace et Sinha, 1961 ; Thomas, 1969) est aujourd'hui infirmée, tant par l'échec des tentatives de transmission provoquée (Orlob, 1968 ; Bozai et Gal, 1976) que par la preuve récente de l'absence de tout système d'injection salivaire comparable, par exemple, à celui des pucerons (André et Remacle, 1984). Il est donc permis d'affirmer que les dommages causés par *T. urticae* à ses plantes-hôtes sont uniquement liés au prélèvement des substances nutritives nécessaires au métabolisme de l'acarien. En réalité, ces Arthropodes minuscules ont acquis une importance économique du seul fait de leur capacité à constituer, très rapidement, des populations pléthoriques aux dépens de leurs plantes-hôtes. L'influence de ces ravageurs sur les plantes cultivées doit donc être étudiée en termes de dynamique des populations.

Le principe fondamental de la cinétique démographique est simple et connu : en conditions optimales, la croissance de toute population est effrénée, et peut être décrite par la relation :  $N_t = N_0 e^{rt}$  ( $N_0$  et  $N_t$  concrétisant les effectifs au temps initial et au temps  $t$ ). En croissance stationnaire, la répartition des individus des différents âges au sein de la population est fixée ; elle correspond à la «distribution d'âges stable» (Lotka, 1956 ; Pielou, 1969). À ce paramètre structurel correspond un taux de croissance particulier, le «taux intrinsèque d'accroissement naturel»,  $r_m$ , qui constitue une caractéristique démographique fondamentale de l'espèce dans les conditions de l'étude. Ces deux paramètres, structurel et de croissance, peuvent être déterminés à partir de «tables de survie et de fécondité» (Birch, 1948 ; Andrewartha et Birch, 1954). Notons que les démographes ne considèrent classiquement que la population femelle (les mâles n'ayant aucune in-

fluence sur la croissance des populations), les effectifs totaux pouvant être calculés sur base du sexe-ratio de l'espèce.

En conditions naturelles, l'environnement oppose une résistance à la croissance de toute population, les individus étant soumis à la compétition, à la prédation, aux maladies ; d'autre part, la surpopulation peut être contournée par l'émigration (système «ouvert»). En conséquence, le taux d'accroissement ( $r$ ) n'est pas constant dans un environnement équilibré. Les tables de survie ne sont pas dénuées d'intérêt pour autant car elles permettent, entre autres, d'évaluer l'effet des différents facteurs de l'environnement sur l'expression du potentiel démographique de l'organisme étudié. Ainsi, dans le cas d'Arthropodes phytophages, comme *T. urticae* par exemple, il est possible de déterminer l'incidence de la variété sur la modification du taux d'accroissement exprimé par le tétranyque (Wrensch, 1985).

La plupart des recherches effectuées sur la résistance variétale aux tétranyques sont fondées sur l'étude de la longévité et de la fécondité des acariens. Cela représente une analyse incomplète du phénomène dans la mesure où, d'une part, les interactions entre ces deux paramètres sont négligées et où, d'autre part, l'absence d'informations relatives à la phénologie des pontes (leur répartition au cours de la période d'oviposition) empêche de formuler des conclusions en termes de croissance démographique. Trichilo et Leigh (1985) semblent les premiers à avoir considéré le taux intrinsèque d'accroissement naturel ( $r_m$ ) comme un critère d'évaluation de la sensibilité variétale vis-à-vis de *T. urticae*, mais ces auteurs n'ont pu formuler de conclusions sur la base de ce paramètre, les différences entre les valeurs de  $r_m$  ne pouvant être éprouvées par les tests statistiques courants. Plus récemment, Romanow *et al* (1991) ont utilisé le triangle de Lewontin pour calculer le taux intrinsèque d'accroissement naturel de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) et effectuer des comparaisons entre variétés de tomates. Ils montrent que des différences importantes existent entre les génotypes de parents résistants et susceptibles. Le problème d'interprétation de la différence entre taux d'accroissement est également considéré dans la présente étude, dont l'objectif est de concevoir une méthode à la fois simple et rigoureuse qui permette d'évaluer, de manière comparative, l'évolution démographique de *T. urticae* sur différentes variétés de plantes cultivées.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### Fondements théoriques de la technique proposée

La croissance d'une population dépend, fondamentalement, de 2 paramètres biologiques : la précocité de la reproduction et la fécondité de la jeune femelle. Dans ce contexte, *T. urticae* apparaît remarquablement bien adapté (Sabelis, 1985). En effet, la fécondation très précoce de la femelle (immédiatement après la dernière mue nymphale) permet à celle-ci de pondre un premier œuf dans les heures qui suivent son apparition au stade adulte ; d'autre part, la fécondité varie fortement avec l'âge de la femelle, et présente un maximum lorsque celle-ci est très jeune (Van Impe, 1985) (fig 1). En conséquence, 99,9% de la valeur de  $r_m$  sont déjà établis au 12<sup>e</sup> j de la période d'oviposition (à 24°C), avant même que la femelle ait atteint sa longévité moyenne (14,5 j). Il est dès lors possible de concevoir une technique simple et applicable en routine (la durée des essais étant limitée à 12 j), et néanmoins rigoureuse et représentative (le potentiel démographique étant pleinement exprimé dans les limites du test).

Le second problème concerne l'appréciation des différences observées. Dans la mesure où les taux d'ac-

croissement ne peuvent être comparés comme tels, nous nous sommes proposés de comparer les effectifs cumulés de la descendance produite au cours des 12 premiers j d'oviposition, dont les valeurs décrivent une évolution sigmoïdale. Un exemple de cette évolution est présenté à la figure 2. La méthode DUD (Ralston et Jennrich, 1978) permet d'opérer l'ajustement de la fonction sigmoïde aux données expérimentales, et de calculer les limites de l'intervalle de confiance (seuil 95%) sur l'asymptote supérieure de la courbe (qui correspond au «plateau K» de l'effectif en F1). Nous avons admis que 2 effectifs F1 sont significativement différents lorsque les intervalles de confiance sur leurs valeurs ne se recoupent pas, et nous nous sommes abstenus de prendre position lorsque au contraire ils se recoupent. Remarquons que les paramètres biologiques qui déterminent  $r_m$  (survie, âge à la première ponte, fécondité, phénologie des pontes, fertilité) sont impliqués de manière identique dans la constitution des effectifs en F1.

### Description de la technique

Les tétranyques soumis aux expériences proviennent d'un élevage de masse de *T. urticae* réalisé sur haricot (var Oktoberli), et entretenu en laboratoire. Les observations ont été effectuées sur disques de

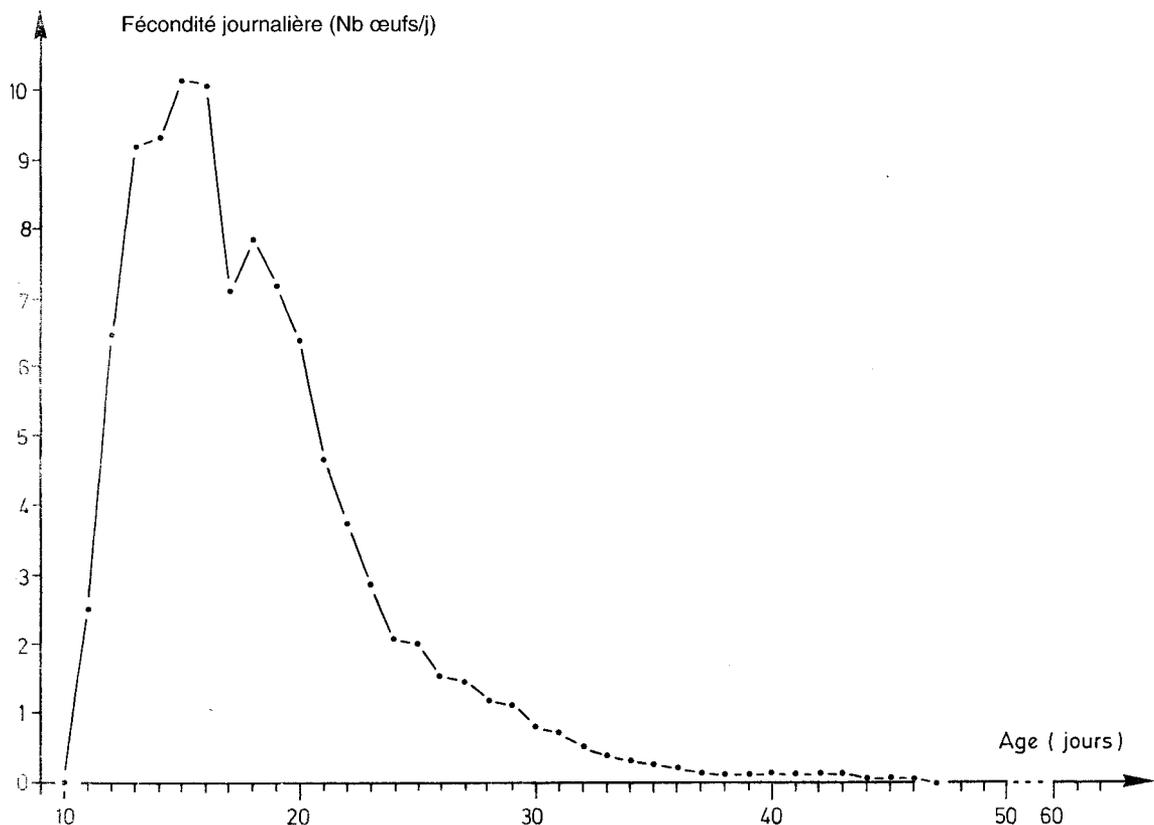
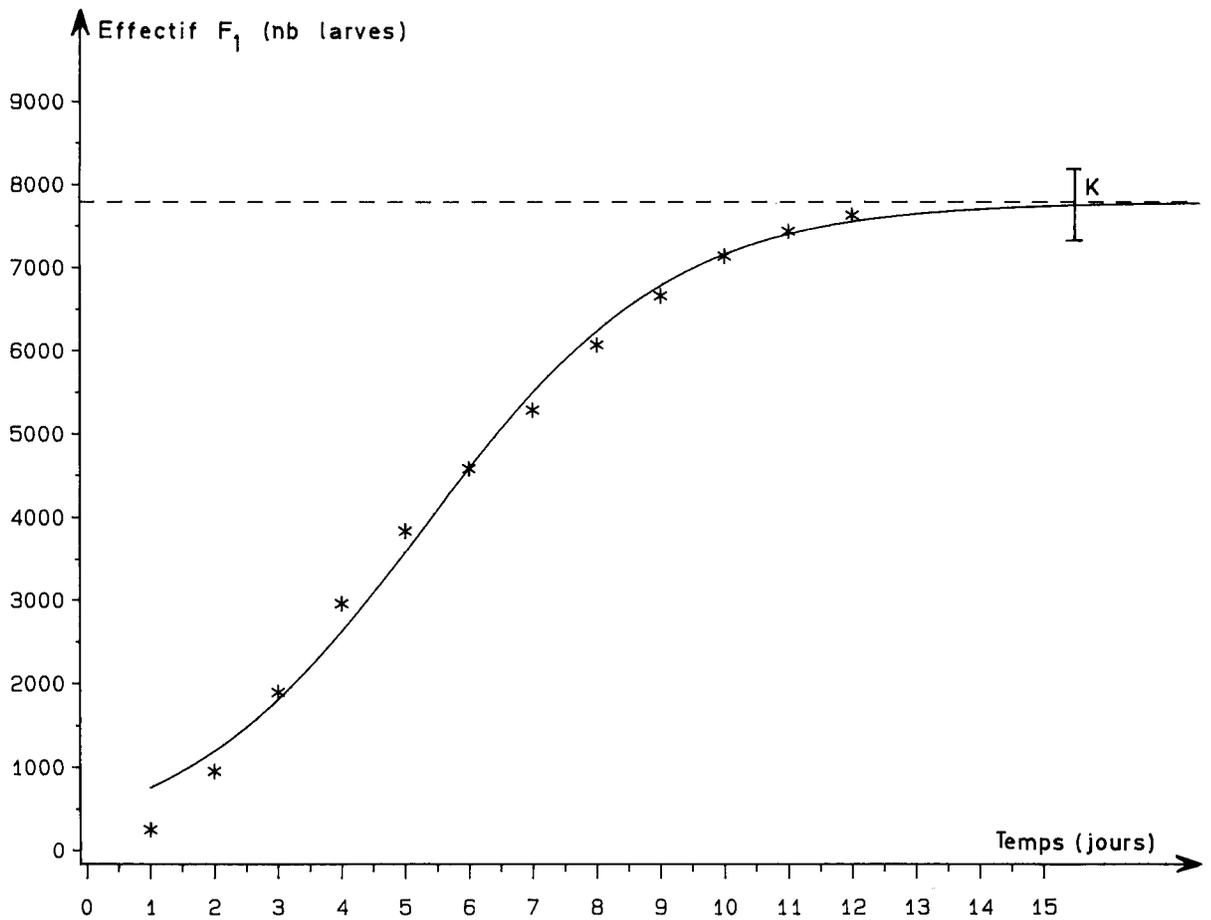


Fig 1. Évolution de la fécondité journalière moyenne de la femelle fécondée de *Tetranychus urticae*, souche «white eye», à 24°C. D'après Van Impe (1985).



**Fig 2.** Évolution de l'effectif de première génération d'une cohorte de 100 femelles de *Tetranychus urticae*, sur haricot (var Flotille) (24°C).

feuilles découpés à l'emporte-pièce (5 cm<sup>2</sup>), et placés à la surface d'un bain d'eau maintenue à 24,0°C (figs 3 et 4). Pour obtenir des individus de même âge, un grand nombre de femelles de l'élevage sont placées sur une feuille de haricot, et sont ensuite éliminées 4 h plus tard. Cette feuille est maintenue à 24°C et, au 10<sup>e</sup> j, les descendants femelles apparaissent sous forme de téléochrysalides, entourées par des groupes de mâles adultes (dont le développement est plus rapide). Le lendemain, les femelles sont adultes et fécondées ; elles sont toutes âgées de 1 j (au maximum).

Pour chaque essai, 100 femelles de 1 j ont été placées, par groupe de 25, sur 4 disques fraîchement découpés dans les feuilles de la variété à tester. Les disques ont été maintenus dans les conditions décrites ci-dessus. Chaque j et ce pendant les 12 j suivants, à la même h, les femelles survivantes ont été dénombrées et déplacées vers 4 disques nouvellement constitués. Chaque j également, les œufs pondus ont été comptés et conservés durant 6 j à la même température, afin qu'ils puissent éclore, ce qui a permis de recenser la descendance viable (larves). Toutes les va-

leurs d'effectifs ont été pondérées par un coefficient (0,67), qui représente le sexe-ratio moyen (proportion de femelles) de cette souche de *T. urticae* (Van Impe, 1985). De cette façon, les valeurs  $l_x$  indiquant la probabilité de survie de la femelle et  $m_x$  sa fécondité moyenne à chaque âge  $x$  ont pu être calculées. Les tables de survie et de fécondité ont donc pu être établies pour chaque variété, et les taux d'accroissement  $r_m$  en ont été déduits selon l'équation :

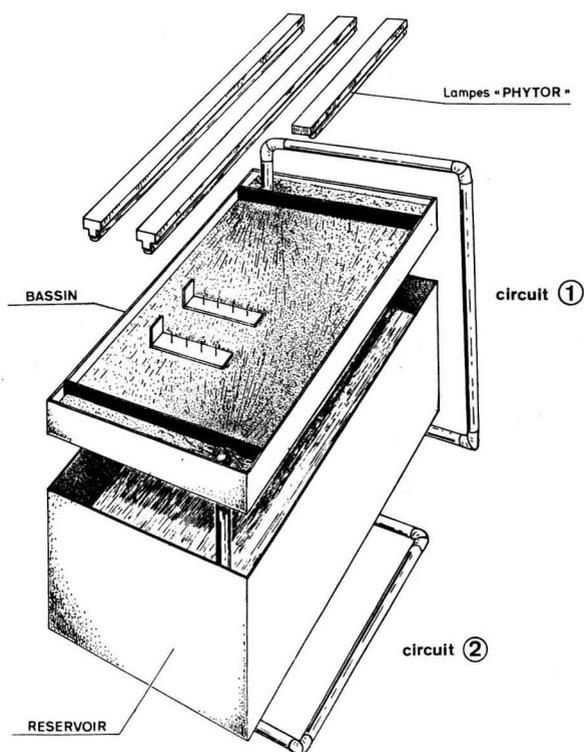
$$1 = \sum_0^k e^{-r_m x} l_x m_x$$

où  $x$  représente l'âge en j,  $l_x$  la probabilité à la naissance qu'a une femelle d'être en vie à l'âge  $x$  et  $m_x$  le nombre moyen d'œufs femelles pondus par une femelle à l'âge  $x$ . Tous ces éléments sont déterminés expérimentalement, et  $r_m$  peut être calculé par itération (Pielou, 1969). Les courbes d'effectifs cumulés de la descendance pour chaque variété ont été ajustées à la fonction sigmoïde à l'aide du logiciel SAS (*Statistical analysis system*) (Anonyme, 1985).

**Tableau I.** Liste et caractérisation des variétés de haricot, de concombre, de tomate et de fraisier.

Variété	Origine	Remarques*
<i>Haricot</i>		
Elmara	(1)	Culture industrielle
Flotille	(1)	"
Laureat	(1)	"
Mirage	(1)	"
Mirel	(1)	"
Montano	(1)	"
Finaud	(1)	"
Starnel	(1)	"
Tess	(1)	"
Oktoberli	(2)	Potager ; utilisé pour notre élevage
Franelo	(3)	NI 739 ; variété mexicaine
Nuno	(3)	NI 786 ; variété péruvienne
Rusenyika	(3)	NI 0685 ; variété rwandaise
Calima	(4)	Variété burundaise
Dore de Kirudo	(4)	Variété burundaise
Karama	(4)	Variété burundaise
Uru bono bono	(4)	Variété burundaise
<i>Concombre</i>		
Carmen	(5)	
Corona	(5)	
Dorian	(5)	
Ophelia	(5)	
Tirana	(5)	
703	(5)	
<i>Tomate</i>		
Buffalo	(5)	Tm c5 V F2
Caruso	(5)	Tm c5 V F2
Rianto	(5)	Tm c5 F2
Vedettos	(5)	Tm c5 F2
<i>Fraisier</i>		
Bogotta	(6)	Pleine terre
Elsanta	(6)	Pleine terre
Elvira	(6)	Serre froide
Gorella	(6)	Tunnel chauffé
Karola	(6)	Serre chauffée
Primella	(6)	Culture hydroponique

(1) Provinciaal Instituut voor Nijverheidsteelten, B-8810 Rumbeke-Beitem ; (2) Vatter AG, Suisse ; (3) IBPGR (International Board of Plant Genetic Resources), Phaseolina Germplasm, Laboratoire de phytotechnie des régions chaudes, Faculté des sciences agronomiques de l'État, B-5800 Gembloux ; (4) Département de biologie, université du Burundi, Bujumbura, Burundi ; (5) Proefstation voor de Groenteteelt, B-2580 Sint-Katelijne-Waver ; (6) Opzoekingsstation van Gorsem, B-3800 Sint-Truiden ; \* : Tm: résistance à la mosaïque (TMV), C5: résistance à *Cladosporium*, pathovars A à E, V: résistance à *Verticillium*, F2: résistance à *Fusarium*, pathovars 1 et 2.



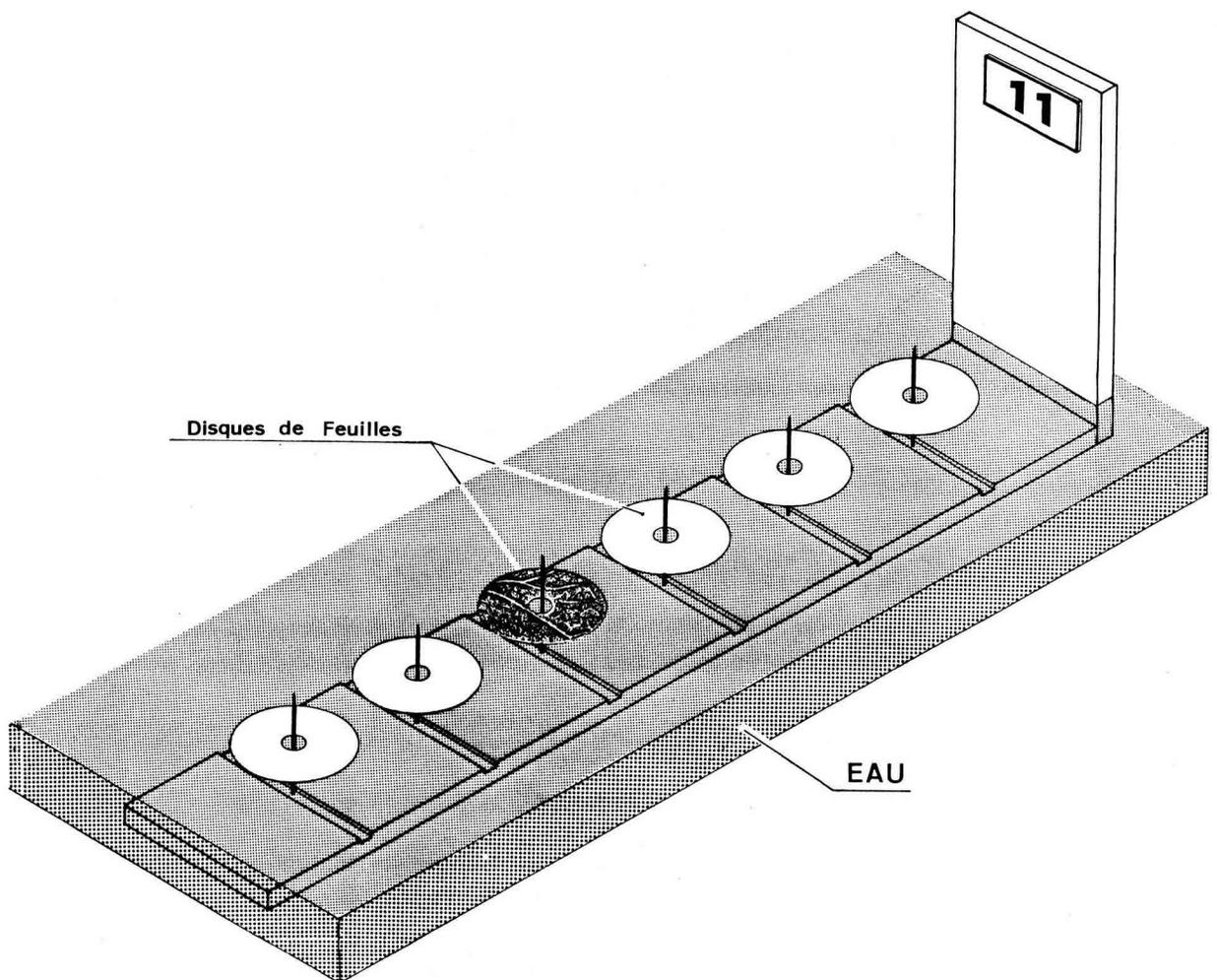
**Fig 3.** Dispositif de maintien des tétranyques en conditions constantes. Un bassin (10 l) contient des réglettes regroupant les disques de feuille. De l'eau est amenée d'un réservoir (120 l) vers le bassin sus-jacent, en empruntant le premier circuit ; le second circuit assure la constance de la température.

La technique a été appliquée à différentes variétés du haricot, du concombre, de la tomate et du fraisier, cultivées en Europe (tableau I). Ces variétés commerciales sont exploitées en grandes monocultures (haricot), en serre froide ou tunnel chauffé (fraisier), ou en serre chauffée (concombre, tomate et fraisier). Par ailleurs, il paraissait intéressant d'éprouver la résistance de variétés primitives du haricot (variétés mexicaine, péruvienne et rwandaise). Les différentes variétés soumises aux essais ont été cultivées simultanément dans la même serre, les plants étant répartis dans l'enceinte de manière aléatoire.

**RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX**

**Comparaison des variétés**

Le tableau II permet de comparer les valeurs de K (effectif asymptotique en F1) obtenues dans les conditions de l'étude.



**Fig 4.** Vue schématique d'une réglette. Six disques de feuille coulissent en leur centre le long d'épingles rigides, flottant de cette manière sur l'eau. Les rainures transversales permettent le soulèvement des disques lors de la mise à l'eau de la réglette.

### Haricot

En ce qui concerne les 9 variétés commerciales, Flotille, Montano, Elmara et Starnel ont révélé la même sensibilité à *T. urticae*. La variété Finaud est apparue moins sensible, et elle est suivie dans cette gradation par Tess et Mirage, puis par Laureat. Quant à Mirel, elle a exprimé une résistance nettement supérieure à celle des autres variétés, dans la mesure où l'effectif en F1 ne représente que 57% de celui obtenu sur Flotille. D'autre part, la sensibilité des variétés primitives apparaît à tous les niveaux de cette échelle, puisque Calima, Karama et Uru bono bono sont comparables, sur ce plan, à Flotille, et que Rusenyika et Dore et Kirudo révèlent une susceptibilité au tétranyque intermédiaire entre

celles de Flotille et de Mirage, cette dernière se situant au même niveau que Nuno. Seule la variété Franelo se distingue clairement au bas de ce classement.

### Concombre

D'une manière générale, la vulnérabilité du concombre au tétranyque tisserand est comparable à celle des haricots les moins sensibles. Ici également apparaît une échelle de résistance, puisque les 6 variétés testées correspondent à 6 niveaux de signification. Les différences sont plus marquées que dans le cas précédent, la valeur de K obtenue sur Corona ne correspondant qu'à 18% de celle atteinte sur la variété Tirana.

**Tableau II.** Résistance variétale du haricot, du concombre, de la tomate et du fraisier vis-à-vis du tétranyque tisserand ( $r_m$  : taux intrinsèque d'accroissement naturel ; F1 : descendance de première génération, issue de 100 femelles). Les limites des intervalles de confiance correspondent à un degré de confiance de 95%. Une même lettre (en dernière colonne) caractérise les variétés dont les intervalles de confiance (sur l'effectif F1) se chevauchent (c'est-à-dire non significativement différents).

Variété	$r_m$ (jour <sup>-1</sup> )	Effectifs F1 (K) (nb ind)	Limites id cf (K) (seuil 0,95)	Effectifs F1 (% effectif le plus élevé)	Niveau de signification
<i>Haricot</i>					
Flotille	0,285	7 793	7 359 – 8 226	100	a
Calima	0,285	7 521	7 056 – 7 985	97	a
Montano	0,292	7 504	7 090 – 7 917	96	a
Oktoberli	0,286	7 303	6 846 – 7 760	94	a
Uru bono bono	0,281	7 143	6 753 – 7 533	92	a
Elmara	0,277	7 116	6 680 – 7 551	91	a
Starnel	0,286	7 029	6 616 – 7 442	90	a
Karama	0,284	6 952	6 655 – 7 250	89	a
Finaud	0,280	6 722	6 325 – 7 118	86	b
Rusenyika	0,286	6 696	6 332 – 7 060	86	b
Dore de kirudo	0,271	6 306	6 012 – 6 600	81	b
Tess	0,265	5 397	5 231 – 5 564	69	c
Mirage	0,268	5 371	5 020 – 5 722	69	c
Nuno	0,280	5 255	5 124 – 5 386	67	c
Laureat	0,259	4 943	4 797 – 5 089	63	d
Mirel	0,264	4 466	4 251 – 4 681	57	e
Franelo	0,214	2 410	2 314 – 2 505	31	f
<i>Concombre</i>					
Tirana	0,246	4 259	4 009 – 4 509	100	e
Dorian	0,206	2 729	2 575 – 2 884	64	g
703	0,211	2 335	2 163 – 2 508	55	f
Ophelia	0,182	1 213	1 173 – 1 254	28	i
Carmen	0,155	976	955 – 997	23	j
Corona	0,140	750	720 – 780	18	k
<i>Tomate</i>					
Vedettos	0,069	421	377 – 466	100	l
Buffalo	0,034	255	244 – 266	61	m
Rianto	0	139	121 – 157	33	n
Caruso	0	125	124 – 126	30	n
<i>Fraisier</i>					
Bogotta	0,104	476	461 – 491	100	l
Primella	0,087	437	412 – 643	92	l
Karola	0	55	54 – 56	12	p
Gorella	0	45	44 – 46	9	q
Elvira	0	36	35 – 37	8	r
Elsanta	0	2		0,4	s

### Tomate

Il apparaît, au vu de la présente étude, que la tomate est intrinsèquement moins sensible au tétranyque tisserand que le haricot ou le concombre. En ce qui concerne les variétés Rianto et Caruso, les effectifs obtenus en F1 sont respectivement de 139 et 125 femelles (pour,

rappelons-le, 100 femelles au départ), ce qui correspond à peine au simple renouvellement de l'effectif de la population.

### Fraisier

Bien que certaines variétés révèlent une sensibilité au tétranyque comparable à celle de la to-

mate, 4 variétés du fraisier peuvent être qualifiées de véritablement «résistantes» (Karola, Gorella, Elvira et Elsanta), dans la mesure où la population du tétranyque décroît au cours du temps.

### **Comparaison des critères de sensibilité**

*T. urticae* exprime le même taux d'accroissement ( $0,280 \text{ j}^{-1}$ ) sur les variétés Finaud et Nuno, mais les effectifs F1 correspondants sont estimés statistiquement différents (tableau II). En revanche, ces effectifs sont jugés équivalents («non différents») sur Montano et Elmara, alors que les valeurs correspondantes de  $r_m$  diffèrent sensiblement ( $0,292 \text{ j}^{-1}$  et  $0,277 \text{ j}^{-1}$ ). D'autre part, les effectifs prédits par le modèle exponentiel sont nettement inférieurs à ceux obtenus expérimentalement. Ainsi, dans le cas de Flotille par exemple, la théorie ne prévoit que 3 057 descendants en F1 ( $N^{12} = 100e^{12 \times 0,285}$ ), alors que 7 775 individus furent réellement observés et que l'évolution sigmoïdale prévoit une valeur de  $K = 7 793$  tétranyques.

Le classement proposé a été réalisé en fonction de l'effectif en F1 ; c'est en effet cette valeur qui déterminera l'importance réelle des dégâts encourus par la plante-hôte, et non la valeur de  $r_m$ , qui ne sera atteinte que lorsque la croissance de la population sera stationnaire et donc que la distribution des différents âges au sein de la population sera constante d'une unité de temps à l'autre. Cette dernière situation a peu de chance d'être réalisée en conditions naturelles, vu le grand nombre de générations qu'elle requiert et donc l'effectif pléthorique que devrait supporter la plante-hôte (Van Impe, 1985).

## **INTERPRÉTATION ET DISCUSSION**

### **Résistance variétale**

La mise en évidence de différences significatives entre les effectifs obtenus en première génération confirme que la résistance à *T. urticae* peut différer selon la variété de la plante-hôte infestée. Notons que ces différences s'accroissent à chaque génération, et que le phénomène est amplifié par le chevauchement des générations, typique des tétranyques. En d'autres termes, il apparaît clairement que les variétés commer-

ciales de haricot, de concombre et de tomate peuvent présenter des niveaux de sensibilité aux tétranyques assez contrastés. *A priori*, le contrôle du tétranyque tisserand devrait donc être plus aisé à réaliser en cultivant Mirel plutôt que Flotille (haricot), en préférant Corona à Tirana (concombre), ou en délaissant la culture de Vedettos au profit des variétés Rianto ou Caruso (tomate).

D'autre part, l'existence d'une même échelle de sensibilité pour les variétés primitives ou sélectionnées de haricot infirme l'opinion communément répandue selon laquelle la sélection artificielle serait à l'origine d'une perte progressive de la «résistance innée» des plantes cultivées. Ainsi, des variétés n'ayant subi qu'une très faible sélection artisanale (Uru bono bono, par exemple) peuvent se révéler tout aussi sensibles que certaines variétés cultivées industriellement (comme Flotille ou Montano).

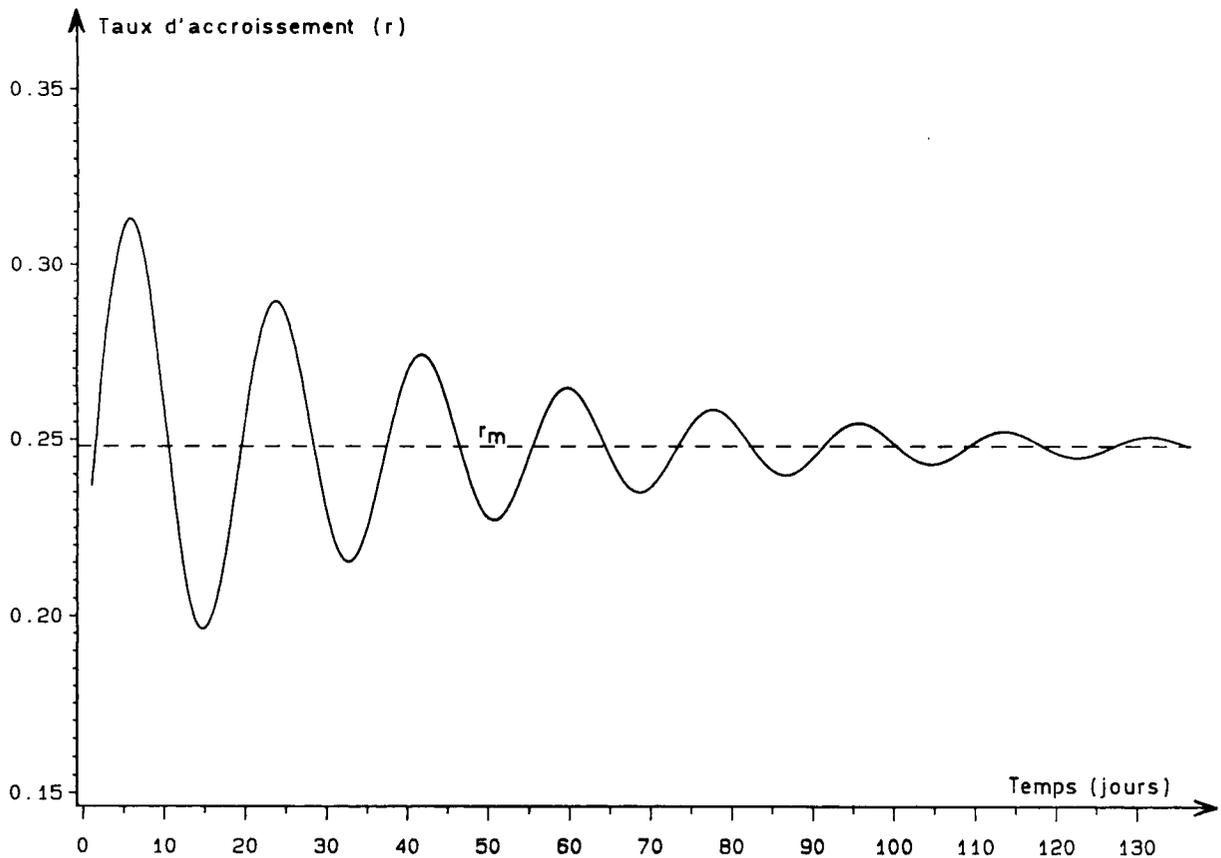
Enfin, la sensibilité intrinsèque très faible de la tomate et du fraisier mérite l'intérêt. Ainsi pour la tomate, la culture de Rianto ou de Caruso ne devrait pas poser de problèmes majeurs, la population de *T. urticae* se maintenant à peine sur ces 2 variétés (à  $24^\circ\text{C}$ ). Pour les essais concernant le fraisier, les tétranyques ont vu leurs effectifs décroître sur Karola, Gorella, Elvira et, surtout, Elsanta. Or l'expérience montre que la culture de ces variétés en serre impose une grande vigilance vis-à-vis des tétranyques. Cela confirme l'importance qu'il convient d'accorder aux facteurs abiotiques susceptibles de modifier l'expression de la résistance aux ravageurs (Coppel et Mertins, 1977 ; Hussey et Scopes, 1985), et les conditions de la culture en serre sont, de fait, très particulières (variations de grande amplitude de la température et de l'humidité relative, interactions entre ces 2 facteurs, confinement, composition de l'air ambiant, photopériode...). Il n'est d'ailleurs nullement exclu que les facteurs abiotiques puissent, en serre, stimuler l'activité biologique du tétranyque tout en augmentant la vulnérabilité de la plante, c'est-à-dire qu'ils puissent favoriser le développement démographique du ravageur, à la fois de manière directe et *via* la plante-hôte. Ainsi pour le fraisier, l'observation courante révèle que les tétranyques constituent une infection importante par temps sec et chaud essentiellement (Anonyme, 1979 ; Bovey, 1972), ou peuvent se surimposer à une maladie fongique ou à une carence d'ordre nutritionnel (Gilles, communication personnelle).

### Critère d'évaluation de la résistance au tétranyque

La théorie exponentielle de croissance ( $N_t = N_0 e^{r_m t}$ ) ne permet pas de prévoir l'évolution des effectifs de manière satisfaisante. En réalité, cette théorie se réfère à un état stationnaire, correspondant à une croissance de la population régie par un taux d'accroissement constant ( $r_m$ ). Or, durant la phase de colonisation de la plante-hôte, le taux d'accroissement réel ( $r$ ) tend vers  $r_m$  en suivant une oscillation progressivement amortie (Carey, 1982 ; Hance, 1990), et les 2 taux coïncident enfin lorsque la population atteint un niveau astronomique, inconcevable dans la réalité (fig 5) (Van Impe, 1985 ; Hance, 1988).

Durant la phase colonisatrice du tétranyque (mais celui-ci n'est-il pas toujours en phase colonisatrice ?), le taux de croissance est donc, en moyenne, supérieur à  $r_m$ , et l'effectif réel de la population est par conséquent supérieur à celui prédit par l'équation exponentielle. On peut donc conclure que, si les 2 critères considérés dans

cette étude se fondent sur les mêmes paramètres démographiques de l'acarien, ils divergent néanmoins sur le plan de leur signification. Dans ce contexte, il apparaît que la comparaison des effectifs réellement obtenus en première génération constitue une méthode d'analyse plus réaliste que la confrontation des taux de croissance prédits par la théorie classique. Dans une étude similaire sur la résistance du melon à *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval), Mansour et Karchi (1990) ont également obtenu des résultats très contrastés entre variétés après une mesure de la fécondité des jeunes femelles sur une période de 7 jours seulement. La technique de Meyer *et al* (1986) concernant l'estimation de la variabilité du  $r_m$  offre également des perspectives intéressantes, bien qu'une fois encore elle n'écarte pas le fait que le taux intrinsèque d'accroissement naturel n'est atteint que lorsque la population montre une croissance stationnaire (distribution d'âges stable), ce qui correspond à une situation qui n'est probablement jamais atteinte en conditions naturelles.



**Fig 5.** Évolution du taux d'accroissement ( $r$ ) d'une population de *Tetranychus urticae*, au cours de la phase colonisatrice de la plante-hôte. La simulation se réfère à une population initiale de 100 femelles âgées de 1 j. Le taux d'accroissement tend vers le taux intrinsèque d'accroissement naturel ( $r_m$ ), en suivant une oscillation amortie. Au 50<sup>e</sup> j, l'effectif calculé correspond à 140 millions d'individus (femelles). D'après Van Impe (1985) et Hance (1988, 1990).

### Applications et limites de la méthode

Le cas du tétranyque tisserand est «simple», dans la mesure où cet acarien ne provoque que des dégâts primaires, et où les plantes cultivées n'exercent aucune attractivité connue sur ce ravageur. La méthode demeure cependant applicable aux Arthropodes phytophages qui entretiennent une relation plus complexe avec leur plante-hôte, lorsqu'il est établi que la menace du ravageur est étroitement corrélée à l'importance numérique de ses populations. Il est évident que l'analyse démographique constitue, dans ce cas, une voie d'étude nécessaire mais non suffisante de la résistance potentielle de la plante à son prédateur. Une fois ces tests réalisés, ils doivent être vérifiés sur plante entière et enfin confirmés par des essais en plein champ. Néanmoins, la technique développée ici est rapide, reproductible dans les mêmes conditions d'essais et offre une première classification des sensibilités variétales sur la base des propriétés du ravageur.

### CONCLUSION

La technique proposée est d'exécution relativement simple, bien qu'elle suppose le recours à une infrastructure permettant de suivre avec précision l'évolution de la survie, de la fécondité et de la fertilité du tétranyque. Le test est rapide et peut être effectué en routine, puisqu'il est limité à 12 j, à 24°C ; il est unique, en ce sens qu'il n'impose pas la répétition des observations.

La méthode est représentative du phénomène étudié (la colonisation de la plante-hôte), dans la mesure où elle tient compte à la fois des paramètres fondamentaux de toute croissance démographique, et des caractéristiques adaptatives du tétranyque. Elle peut être étendue à l'étude de l'influence d'autres facteurs de l'environnement *sensu lato* (température, humidité relative, présence d'une maladie, conditions nutritionnelles de la plante cultivée, traitements fongicides ou acaricides...) ou, dans une certaine mesure, à l'étude d'autres ravageurs de même profil démographique. Enfin, en ce qui concerne les plantes cultivées, le procédé est susceptible d'être appliqué tant aux variétés commerciales effectivement proposées sur le marché qu'à celles qui pourraient être sélectionnées de manière classique, voire «créées» par des techniques nouvelles.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient H Vanderlinden pour son aide technique. Cette recherche a été financée par l'Institut pour l'encouragement de la recherche scientifique dans l'industrie et l'agriculture (IRSIA). T Hance bénéficie d'un mandat de chercheur qualifié du Fonds national de la recherche scientifique de Belgique (FNRS).

### RÉFÉRENCES

- André HM, Remacle C (1984) Comparative and functional morphology of the gnathosoma of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* (Paris) 25 (2), 179-190
- Andrewartha HG, Birch LC (1954) *The Distribution and Abundance of Animals*. The University of Chicago Press, Chicago
- Anonyme (1979) *La Culture des fraises*. Ministère de l'Agriculture, Bruxelles
- Anonyme (1985) *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Institute Inc, Cary, NC
- Bovey R (1972) *La Défense des plantes cultivées*. Payot, Lausanne
- Birch LC (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* 17, 15-26
- Bozai J, Gal S (1976) The role of *Tetranychus telarius* L and *Tetranychus atlanticus* Mc Gregor (Acarina: Tetranychidae) in the transmission of Paprika viruses. *Acta Phytopathol Acad Sci Hung* 11 (3-4), 291-293
- Carey JR (1982) Demography of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Oecologia* 52, 389-395
- Coppel HC, Mertins JW (1977) *Biological Insect Pest Suppression*. Springer-Verlag, New York
- Hance T (1988) Étude des bases écologiques de la relation proie-prédateur dans le contexte de la protection des végétaux. Thèse Doct Univ catholique, Louvain, Louvain-la-Neuve
- Hance T (1990) Modélisation de la croissance d'une population en phase colonisatrice : le cas de *Aphis fabae Scopoli* (Homoptera: Aphididae). *Belg J Zool* 120, 3-20
- Hussey NW, Scopes NEA (1985) Mite management for greenhouse vegetables in Britain. In: *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control* (W Helle, MW Sabelis, eds). Elsevier, Amsterdam, Vol 1B, 285-297
- Lotka AJ (1956) *Elements of Mathematical Biology*. Dover publ, Inc, New York
- Mansour M, Karchi Z (1990) The evaluation of antibiosis of selected lines for resistance of melon to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae). *Bull Entomol Res* 80, 345-347

- Meyer JS, Ingersoll GC, McDonald LL, Boyce MS (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs Bootstrap techniques. *Ecology* 67 (5), 1156-1166
- Orlob GB (1968) Relationships between *Tetranychus urticae* Koch and some plant viruses. *Virology* 35, 121-133
- Painter RH (1951) *Insect Resistance in Crop Plants*. MacMillan Co, New York
- Pielou EC (1969) *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley and Sons Inc, New York
- Ralston ML, Jennrich RI (1978) Dud, a derivative-free algorithm for nonlinear least squares. *Technometrics* 20 (1), 7-14
- Romanow RL, Orlando MB, de Ponti MB, Mollema C (1991) Resistance in tomato to the greenhouse whitefly: analysis of population dynamics. *Entomol Exp Appl* 60, 247-259
- Sabelis MW (1985) Reproductive strategies. In: *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control* (W Helle, MW Sabelis, eds) Elsevier, Amsterdam, vol 1B, 265-278
- Thomas CE (1969) Transmission of tobacco ringspot virus by *Tetranychus* sp. *Phytopathology* 59, 633-636
- Trichilo PJ, Leigh TF (1985) The use of life tables to assess varietal resistance of cotton to spider mites. *Entomol Exp Appl* 39, 27-33
- Van Impe G (1985) Contribution à la conception de stratégies de contrôle de l'acarien tisserand commun, *Tetranychus urticae* Koch (*Acari: Tetranychidae*). Thèse Doct Univ Catholique Louvain, Louvain-la-Neuve
- Wallace HAH, Sinha RN (1961) Note on a new mite disease of barley and other cereals. *Can J Plant Sci* 41 (4), 871
- Wrensch D (1985) Reproductive parameters. In: *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control* (W Helle, MW Sabelis, eds) Elsevier, Amsterdam, vol 1B, 165-170