

# Évolution de l'attaque des fruits par *Ceratitis capitata*, en fonction de la position sur l'arbre et du degré de maturité des oranges

MH DHOUBI  
H GAHBICHE  
B SAADIA  
Institut national agronomique  
de Tunisie  
43, av Charles-Nicolle  
1082 Tunis-Mahrajène  
Tunisie

Reçu : septembre 1994  
Accepté : janvier 1995

Évolution de l'attaque des fruits par *Ceratitis capitata*, en fonction de la position sur l'arbre et du degré de maturité des oranges.

## RÉSUMÉ

L'évolution de l'infestation des oranges de la variété Valencia Late, par *Ceratitis capitata*, a été suivie. L'activité du ravageur a été étudiée en relation avec d'une part la position des fruits sur l'arbre et d'autre part l'évolution de certains de leurs paramètres physico-chimiques. La cératite attaque préférentiellement les fruits exposés au sud-est, au moment où les paramètres physico-chimiques des oranges atteignent certaines valeurs critiques. L'application de ces résultats permet de déterminer le meilleur moment du traitement.

Variations in *Ceratitis capitata* infestation of oranges according to fruit locations on the tree and orange ripeness.

## ABSTRACT

Variations in Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, infestation of oranges (cv Valencia Late) were studied. Pest activity was assessed according to fruit positions on the tree and changes in some physicochemical fruit parameters. The fruit flies showed a preference for fruit growing on the southeastern side of the tree, when the physicochemical parameters were at specific critical levels. The present results could be used to determine ideal times for control treatments.

Evolución del ataque de los frutos por *Ceratitis capitata*, en función de la ubicación en el árbol y del grado de madurez de las naranjas.

## RESUMEN

Se observó la evolución de la infestación de las naranjas de la variedad Valencia Late por *Ceratitis capitata*. Se estudió la actividad de la plaga en relación con, por un lado, la posición de los frutos en el árbol y, por otro lado, la evolución de algunos de sus parámetros físico-químicos. La ceratitís ataca preferentemente los frutos expuestos al sureste en el momento en que los parámetros físico-químicos de las naranjas alcanzan ciertos valores críticos. La aplicación de estos resultados permite determinar el mejor momento para el tratamiento.

Fruits, vol 50, n°1, p 39-49  
© Elsevier, Paris

## MOTS CLÉS

Tunisie, orange, *Ceratitis capitata*, évolution de la population, infestation, facteur lié au site, composition chimique.

## KEYWORDS

Tunisia, oranges, *Ceratitis capitata*, population dynamics, infestation, site factors, chemical composition.

## PALABRAS CLAVES

Tunez, naranja dulce, *Ceratitis capitata*, evolución de la población, infestación, características del sitio, composición química.

## ● introduction

La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera : Tephritidae), les aleurodes, les cochenilles et les pucerons sont de dangereux insectes ravageurs des agrumes. Contrairement aux diptères, les homoptères bénéficient de la présence d'auxiliaires régulateurs très précieux qui rendent le choix des moyens de lutte très délicat.

En Tunisie, l'aménagement de la lutte chimique en agrumiculture, voire l'orientation vers d'autres méthodes de lutte, est devenu une nécessité depuis l'introduction de deux espèces d'aleurodes *Aleurothrixus floccosus* Maskell et *Parabemisia myricae* (Kuwana), qui a été suivie de celle de leurs parasites respectifs *Cales noacki* Howard et *Encarsia transvena* Timberlake (DHOUBI et JERRAYA, 1991a et 1991b ; CHERMITI et ONILON, 1992 ; DHOUBI, 1992).

La lutte chimique contre la cécidomyie est effectuée par des applications systématiques utilisant le malathion additionné à un attractif alimentaire, le Buminal (YANA et STANCIC, 1967). Ces traitements sont déclenchés à partir d'un certain seuil de nuisance, défini par comptage des insectes capturés par un système de piégeage sexuel. Pour minimiser les méfaits de ces traitements chimiques, il conviendrait de réduire la surface traitée et le nombre des applications. Pour parvenir à de telles fins, la localisation sur l'arbre des attaques de la cécidomyie a été étudiée ; puis, l'évolution du taux de fruits infestés en fonction du degré de maturité des fruits a été évaluée. La partie de l'arbre à traiter, car la plus menacée par les infestations, a ainsi été déterminée, ainsi que le moment le plus propice pour le traitement.

Les fruits situés à l'extérieur de la frondaison de l'arbre sont plus attaqués par la cécidomyie que ceux situés à l'intérieur (BODENHEIMER, 1951). D'autre part, il existe une liaison entre certaines caractéristiques organoleptiques des fruits et leur situation géographique sur l'arbre (GAILLARD *et al*, 1976). L'hypothèse d'une éventuelle relation entre la piqûre de la cécidomyie et certaines caractéristiques physico-chimiques du fruit a été discutée par plusieurs auteurs (BACK et PEMBERTON, 1918 ; BODENHEIMER, 1951 ; DELA-

NOUE et SORIA, 1962), sans pour autant être bien vérifiée.

Ces différents points ont été étudiés dans le cas de la variété Valencia Late en Tunisie.

## ● protocole expérimental

Un certain nombre de paramètres ont été évalués :

- l'évolution de l'activité de la cécidomyie a été suivie par un piégeage sexuel ; l'importance de la population de mouches au cours du temps est régie par des facteurs intrinsèques biotiques (disponibilité en femelles gravides) et par des facteurs extrinsèques, aussi bien abiotiques (conditions climatiques) que relatifs à la plante-hôte (abondance de fruits réceptifs) ;
- la détermination, sur l'arbre, des zones plus propices à la ponte a été faite par l'évaluation du taux de fruits piqués en fonction de l'emplacement du fruit sur l'arbre ;
- l'importance des dégâts sur fruits dus à la cécidomyie a été évaluée en parallèle avec le degré de maturation des oranges. Pour cela, certaines caractéristiques physico-chimiques des fruits ont été mesurées.

Au cours des études réalisées, l'évolution conjointe des infestations et des caractéristiques physico-chimiques des fruits durant la maturation a d'abord été analysée. Puis, à la récolte, la localisation des attaques sur l'arbre a été observée.

Un verger agrumicole situé à Menzel Bouzelfa (proche de la localité de Mraïssa), au centre du Cap Bon tunisien, a servi de site d'observation. Cette parcelle est constituée de 45 orangers de la variété Valencia Late, plantés à une densité de 6 x 6 m et âgés d'une vingtaine d'années. Durant la période d'étude, le verger de Mraïssa n'a fait l'objet d'aucun traitement chimique et les techniques de cultures ont été réduites à de seules irrigations.

Un autre site expérimental, le verger de Limame, soumis à des techniques culturales plus élaborées, a été choisi pour étudier, à la récolte, le taux de fruits piqués et les caractéristiques physico-chimiques des oranges selon leur position dans l'arbre. C'est un verger à caractère commercial, situé à proximité du premier (mêmes conditions climatiques et semblable activité de la cécidomyie), planté de la même variété et ayant le même âge

mais bénéficiant de toutes les techniques culturales, sauf de traitements chimiques.

Ce dispositif composé d'une parcelle sans techniques culturales poussées et d'un verger commercial a permis de faire une étude comparée d'une bonne et d'une mauvaise récolte.

### piégeage sexuel

En 1991 et 1992, les fluctuations des populations de cératite ont été suivies à partir de l'utilisation de cinq pièges à glu (pièges Rebell) installés en 1990 dans le verger de Mraïssa. L'efficacité de tels pièges avait été démontrée par DELRIO et ZUMREOGLU (1982), KATSOYANOS (1982), QUILICI *et al* (1987) et DHOUBI et GAHBICHE (1990). Deux autres pièges ont ensuite été implantés, en janvier 1992, dans une sous-parcelle où ont été choisis les arbres qui ont permis de suivre l'évolution des taux de fruits piqués. Chaque piège a été équipé d'une capsule de 13 mm de diamètre pour 18 mm de hauteur, renfermant 2 ml de trimedlure (Agrisense TM, États-Unis). Cet appât est connu pour être le meilleur attractif des mâles de cératite (DELRIO et ORTU, 1988). Le piégeage sexuel permet de signaler avec précision la reprise d'activité de l'insecte. La capsule est changée toutes les six semaines (durée de vie de la capsule), et la glu du piège est renouvelée tous les 15 à 21 j, selon l'importance du sable et de la poussière qui envahissent le piège. Les relevés de capture se font une fois par semaine.

### taux de fruits piqués et position du fruit sur l'arbre

Le taux de fruits piqués observés à la récolte est calculé à partir de l'observation de 8241 fruits (5353 de la parcelle Limame et 2888 de la parcelle Mraïssa), répartis sur une dizaine d'arbres. La position de ces fruits est notée quant à leur orientation (nord-est, nord-ouest, sud-est et sud-ouest) et à leur situation par rapport à la frondaison (extérieur et intérieur de l'arbre). Cette étude a été poursuivie sur les deux sites de Limame et de Mraïssa.

Le dispositif expérimental (en *split-plot*) a conduit à diviser symboliquement l'arbre en quatre parties (nord-est, sud-est, nord-ouest et sud-ouest), elles-mêmes subdivisées en deux

sous-parties, ou parties subsidiaires, l'une externe et l'autre interne à l'arbre.

### évolution des infestations durant la maturation

L'évolution du taux de fruits piqués a été étudiée sur le seul verger de Mraïssa. Dans cette parcelle, cinq orangers, ayant une charge totale minimale de 1000 fruits, ont été choisis au hasard. Les fruits piqués ont été repérés à l'aide d'une marque à deux modalités permettant de distinguer les fruits fraîchement piqués de ceux plus anciennement touchés. Les observations ont été faites une fois par semaine.

### maturation des fruits selon leur position sur l'arbre

L'évolution de la maturation des fruits a été étudiée sur des orangers du verger de Mraïssa à partir de la mesure de quelques variables quantitatives faites sur des lots de fruits prélevés à intervalles réguliers d'une quinzaine de jours.

En même temps, cette évolution de la maturation des fruits a été suivie par rapport à la position des oranges sur l'arbre : lors de chaque prélèvement, quatre lots de cinq fruits ont été récoltés, exposés chacun soit vers le nord-ouest, soit vers le sud-ouest, soit vers le nord-est ou soit vers le sud-est de l'arbre.

Chaque série d'observations bimensuelles a donc porté sur vingt fruits. Pour minimiser la variabilité des résultats, les fruits prélevés ont été choisis aussi homogènes que possible.

Des variables quantitatives permettant de caractériser le jus et l'écorce du fruit ont été choisies préférentiellement à des variables qualitatives, car la cératite pond dans l'écorce des agrumes, et parfois même directement dans la pulpe des fruits (BODENHEIMER, 1951 ; FERON, 1962). D'autre part, certains composés volatiles pourraient avoir un effet d'attraction des femelles de cératite vers le site de ponte (FERON, 1962).

Au laboratoire, les fruits prélevés ont été lavés, pesés et pressés ; le jus a été récupéré ; les écorces ont été pesées et broyées. Les variables physico-chimiques quantitatives mesurées sont présentées dans le tableau I.

L'étude de ces caractères, mesurables en laboratoire, a cherché à faire apparaître d'éventuelles

corrélations entre l'intensité d'infestation et la composition physico-chimique du fruit. L'évolution de la couleur du fruit, qui semble être plus ou moins liée à l'observation de piqûres sur l'orange, est bien sûr à prendre en compte puisque les travaux réalisés dans ce sens ont montré que les fruits les plus mûrs sont les plus colorés et les plus attractifs envers la cératite.

## techniques de mesure

### acidité du jus et de l'écorce

L'acidité du jus et de l'écorce a été mesurée directement à partir d'extrait de jus obtenu des fruits pressés et à partir du filtrat d'écorces préalablement broyées. Cette analyse a été faite par un dosage de l'acide citrique, acide le plus perceptible dans le jus des agrumes (ANONYME, 1968 ; HUET, 1984). C'est un dosage titrimétrique à la soude décimale, qui utilise la phénolphthaleïne comme indicateur coloré.

### taux de matière sèche du jus et de l'écorce

Le taux de matière sèche du jus mesure essentiellement sa teneur en sucres. L'extrait sec soluble est donné par lecture directe au réfractomètre, il est exprimé en degrés Brix (1° Brix équivaut à 1 g d'extrait sec pour 100 g de jus de fruit).

Pour l'écorce, c'est à la fois l'extrait sec total et l'extrait sec soluble qui ont été déterminés :

– la mesure de l'extrait sec total a été obtenue par dessiccation à 103°C jusqu'à poids constant de l'écorce fraîchement broyée ;

– l'évaluation de l'extrait sec soluble a résulté de la différence entre les mesures de l'extrait sec total et de l'extrait sec insoluble. Celui-ci a lui-même été obtenu par dessiccation jusqu'à poids constant, du résidu de la filtration à chaud du broyat de l'écorce.

### taux des sucres dans l'écorce

Les sucres totaux comprennent les sucres réducteurs et le saccharose, seuls les sucres réducteurs (glucose + fructose) ont cependant été dosés au cours de ces analyses qui ont utilisé la méthode de Berthrand (GAUTIER *et al*, 1961).

## ● résultats et discussion

### piégeage : courbe de vol de la cératite

La figure 1 illustre l'activité de la cératite dans la parcelle d'essai durant les deux années d'observation 1991 et 1992.

Pour l'année 1991, le niveau de la population est resté faible à nul jusqu'à la mi-juin. Il a augmenté ensuite pour fluctuer entre différents sommets. Le maximum d'activité a été observé en octobre, lorsqu'une moyenne de 80 mouches a été dénombrée par piège en une semaine. La population a diminué ensuite rapidement et à la fin de décembre, les captures ont été de nouveau nulles.

Les résultats de l'année 1992 ont été similaires : les captures ont été insignifiantes jusqu'à mi-juin, puis la population a augmenté de façon

Tableau I  
Variables physico-chimiques quantitatives mesurées sur les oranges échantillonnées.

<i>Variables mesurées</i>	<i>Unités de mesure</i>
<i>Fruit frais</i>	
Poids moyen	g
<i>Jus</i>	
Rendement en jus	ml/100 g de fruit
Acidité du jus	g d'acide citrique / 100 ml de jus
Extrait sec	%
<i>Écorce</i>	
Proportion d'écorce	%
Acidité	g d'acide citrique / 100 g d'écorce
Extrait sec	%
Taux de sucres réducteurs	%

fluctuante jusqu'à atteindre un niveau maximal en fin octobre. Fin décembre, l'activité de la cératite a encore bien diminué.

Le nombre de générations de cératite se calcule en projetant la courbe de vol sur le climatogramme correspondant de l'année. En considérant que la durée d'un cycle est fonction des conditions climatiques (BODENHEIMER, 1951) (fig 2), durant la période de contrôle, la cératite a effectué six générations étalées de juin à décembre au cours des 1991 et 1992. Ce sont les premières générations de chacune des années, soit celles de juin qui affectent la variété Valencia Late.

### taux de fruits piqués et position du fruit sur l'arbre

Les résultats obtenus sont portés sur le tableau II. Une analyse de variance de ces résultats montre qu'il existe un effet significatif de la position de l'orange sur le taux de fruits piqués. La comparaison des moyennes montre que la périphérie de l'arbre est la plus attaquée. Cela confirme le fait que la cératite visite de préférence l'extérieur de la frondaison. Selon la position du fruit, la différence de fréquentation, par l'insecte, entre l'extérieur et l'intérieur de l'arbre, varie de 2 à 8%.

Par ailleurs, le taux de fruits piqués est également influencé de façon significative par l'exposition de l'orange par rapport à l'ensemble de l'arbre. La comparaison des moyennes relatives aux données collectées sur ce paramètre (Test de Newman et Keuls) permet de mettre en évidence que les fruits récoltés sur la partie exposée au sud-est présentent le taux d'infestation le plus élevé (11,14% à Mraïssa et 5,24% à Limame), puis ce sont ceux exposés au sud-ouest, puis ceux du nord-est. Les oranges exposées vers le nord-ouest sont, en revanche, les moins touchées (2,72% de fruits piqués à Mraïssa et 1,9% à Limame). Ces observations confirment les résultats de plusieurs auteurs selon lesquels la cératite visiterait de préférence le côté sud (BODENHEIMER, 1951 ; ZERVAS, 1986 ; HENDRICHS et HENDRICHS, 1990) et est de l'arbre (DRUMMOND *et al.*, 1984 ; HENDRICHS *et al.*, 1989).

Par ailleurs, l'analyse de variance faite sur l'ensemble des résultats a révélé qu'il n'existait pas

d'interactions entre l'exposition du fruit (par rapport aux points cardinaux) et sa position (interne ou externe) dans la frondaison.

### évolution des infestations durant la maturation

Les fruits les plus mûrs sont les plus colorés ; ils sont alors au stade le plus favorable à l'accueil des œufs de la mouche et à l'alimentation des larves néonates. Les femelles doivent vraisemblablement se repérer par la couleur des fruits.

La figure 3 montre l'évolution des infestations, durant la maturation, au cours du premier semestre de l'année 1992. Au début de l'essai (janvier 1992), le taux de fruits piqués, de l'ordre de 0,5%, est très faible. Il atteint 1,5% à la fin du mois de janvier, puis reste constant jusqu'à la mi-mai. À partir de cette date, ce taux augmente progressivement jusqu'à un seuil maximal de 3% atteint à la fin du mois de mai. Ce

Tableau II  
Infestation des oranges de la variété Valencia Late en fonction de l'exposition des fruits sur l'arbre (Tunisie, 1992).

	<i>Exposition des fruits échantillonnés</i>							
	<i>SE</i>		<i>SO</i>		<i>NO</i>		<i>NE</i>	
	<i>ext</i>	<i>int</i>	<i>ext</i>	<i>int</i>	<i>ext</i>	<i>int</i>	<i>ext</i>	<i>int</i>
<b>A. Verger de Mraïssa</b>								
Nb fruits examinés	332	484	334	386	405	234	477	345
Nb fruits piqués	37	11	21	10	11	2	15	2
Nb fruits sains	295	473	313	376	394	232	462	343
% infestation	11,1	2,27	6,29	2,56	2,72	0,85	3,14	0,58
<i>Total par exposition</i>								
- Nb fruits examinés	816		720		639		822	
- Nb fruits piqués	48		31		13		17	
- Nb fruits sains	768		689		626		805	
- % infestation	5,88		4,31		2,03		2,07	
<b>B. Verger de Limane</b>								
Nb fruits examinés	648	666	625	793	578	679	715	650
Nb fruits piqués	34	18	29	12	11	3	27	13
Nb fruits sains	614	648	596	781	567	676	688	637
% infestation	5,24	2,7	4,64	1,51	1,9	0,44	3,77	2
<i>Total par exposition :</i>								
- Nb fruits examinés	1314		1418		1257		1364	
- Nb fruits piqués	52		41		14		39	
- Nb fruits sains	1262		1377		1243		1325	
- % infestation	3,96		2,89		1,11		2,86	

score coïncide avec l'époque de la récolte des oranges. Cette augmentation du nombre de fruits infestés est vraisemblablement due à l'accroissement de la population dont la courbe est donnée comparativement sur cette même figure 3. Par ailleurs, des parcelles voisines dont la récolte

a eu lieu au mois de juin ont montré des taux d'infestation relativement élevés. Cela est à lier, sans doute, à la nette augmentation des captures, donc à l'accroissement significatif de la population de cératites, enregistrée au début du mois de juin.

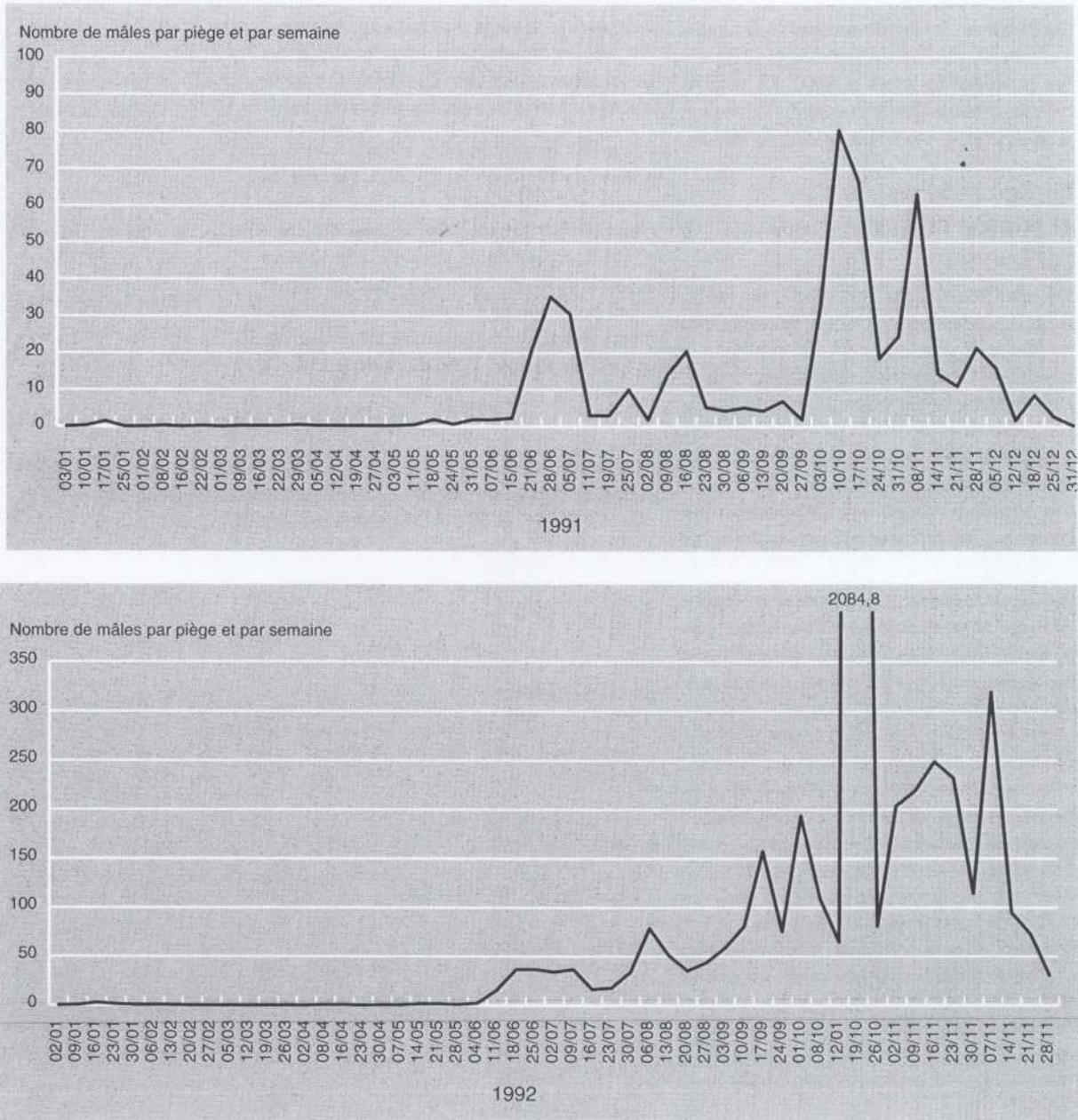


Figure 1  
Évolution de l'activité de la cératite dans le verger d'agrumes de Mraïssa (Cap Bon tunisien) en 1991 et 1992.

## maturation du fruit et position des fruits sur l'arbre

Les résultats concernant les analyses physico-chimiques des fruits échantillonnés sont présentés dans les tableaux III (verger de Mraïssa) et IV (verger de Limane).

## évolution des paramètres physico-chimiques

De janvier à mai, le poids moyen des oranges a augmenté de 198,81 g à 232,38 g. Le fruit a donc grossi.

La proportion d'écorce par rapport à l'ensemble du poids du fruit a varié de façon assez nette ; ce taux décroît de 49,9% à 37,7%, attestant d'un épaissement de cette écorce.

Sauf cas exceptionnel, le rendement en jus a augmenté régulièrement de janvier à mai, en passant de la valeur de 43 ml/100 g à 50 ml/100 g de fruit. Ces résultats sont normaux pour un fruit de la Valencia Late qui est considérée comme une variété d'orange à jus.

Les acidités du jus et de l'écorce du fruit ont diminué progressivement de janvier à fin mai 1992, date à laquelle la récolte a été effectuée.

Le taux de matière sèche dans le jus a augmenté pendant la maturation du fruit. Elle est passée de 8,6% en janvier à 12,2% à la récolte.

Le taux de matière sèche totale dans l'écorce a évolué de 21,9% en janvier à 28,9% à la récolte ; il en est de même pour la matière sèche soluble qui est passée de 7% à 9,9%.

Les sucres réducteurs s'accumulent dans l'écorce au fur et à mesure que la maturité progresse, puisque leur taux passe de 15,2% en janvier à 20,4% dans les fruits récoltés.

L'ensemble de ces résultats est en accord avec ceux rapportés par ORTIZ *et al* (1987) qui avaient analysé des fruits des variétés Valencia Late, Washington Navel et Navelate.

## variation des paramètres physico-chimiques en fonction de l'exposition du fruit

Les fruits situés dans la partie de l'arbre exposée au sud-est ont tendance à être plus gros ; ils se caractérisent par un degré de maturité plus

avancé (teneurs élevées en sucres réducteurs, importants taux de matière sèche du jus et d'extrait sec soluble de l'écorce) ; ils ont une proportion d'écorce plus faible, donc une « peau » plus mince.

L'exposition au sud-ouest serait un peu moins favorable à la maturité du fruit que la précédente, puis celles au nord-ouest et au nord-est se révèlent, respectivement, les moins bonnes. Ces résultats confirment ceux de GAILLARD *et al* (1976) obtenus sur les clémentines.

La région de Menzel Bouzelfa du Cap Bon tunisien, où sont implantés les deux vergers étudiés, est située à 36°37' de latitude N et à 10°34' de longitude E ; la quantité de rayonnement solaire reçue étant fonction de l'angle d'incidence et de la durée d'insolation, dans cette région, le côté d'un arbre exposé au sud-est est donc le plus ensoleillé. Cette orientation, caractérisée donc par un important ensoleillement, favorise le développement, la maturité et la coloration plus rapides du fruit. Ces effets ont été confirmés lors des expérimentations suivies.

Par ailleurs, l'exposition au sud-est et, dans une moindre mesure, celle au sud-ouest, ont présenté également les pourcentages d'infestation les plus élevés. Les fruits mûrs (peau plus mince et riche en sucres) sembleraient donc les plus aptes à provoquer l'attaque des insectes. Cependant, les piqûres sont occasionnées par les femelles de la cératite qui pondent sur les fruits ; l'infesta-

Figure 2  
Climatogramme du site de  
Mraïssa (Cap Bon tunisien)  
en 1992.

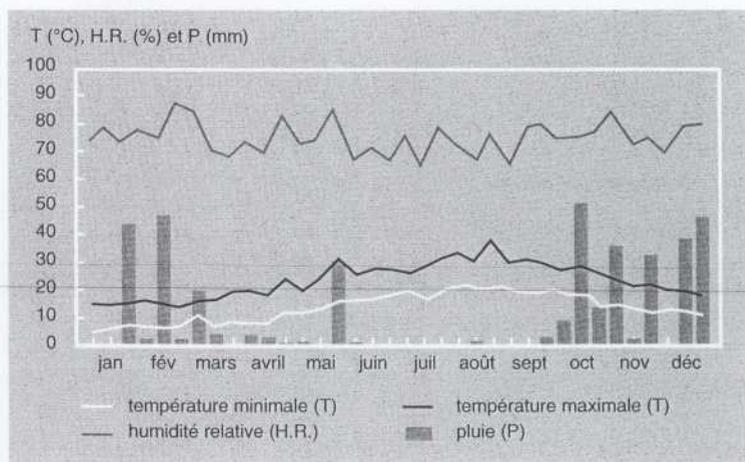


Tableau III  
Évolution de quelques paramètres physico-chimiques en fonction du stade de maturité d'oranges de la variété Valencia Late. Résultats présentés individuellement pour chacune des quatre expositions étudiées (verger de Mraïssa en Tunisie).

Date	Poids moyen	% écorce	Rdt en jus	Acidité		MS jus	MS écorce		Taux glucides Sucres réducteurs
				Jus	Écorce		EST	ESS	
<b>A. Exposition sud-est</b>									
23/01/92	203,15	49,00	43,8	29,0	0,26	9,2	22,1	7,2	15,54
6/02/92	211,23	48,9	43,2	28,2	0,24	9,6	22,4	7,2	16,00
20/02/92	217,92	48,9	45,2	27,5	0,22	10,0	24,5	7,7	17,25
5/03/92	221,92	48,7	45,4	27,2	0,20	10,4	24,1	8,0	16,97
19/03/92	220,71	46,6	43,8	26,6	0,19	10,8	26,7	8,3	18,80
2/04/92	222,54	45,9	46,4	25,7	0,16	10,8	26,9	8,5	19,21
16/04/92	226,56	44,7	48,5	23,9	0,11	11,2	26,7	8,7	19,07
30/04/92	230,57	41,2	46,9	23,4	0,10	11,6	2,0	7,9	19,85
13/05/92	230,92	39,7	49,5	22,4	0,10	11,8	28,8	9,4	20,28
25/05/92	232,38	37,7	50,0	20,7	0,09	12,2	28,9	9,9	20,35
<b>B. Exposition sud-ouest</b>									
23/01/92	202,72	49,2	43,4	28,7	0,25	9,0	22,0	7	15,71
6/02/92	210,14	49,1	43,0	27,9	0,24	9,2	22,2	7	15,41
20/02/92	215,81	49,2	44,9	27,2	0,22	9,8	24,1	7,5	16,62
5/03/92	222,06	48,9	45,2	27,0	0,20	10,2	23,9	7,8	16,83
19/03/92	218,82	46,9	42,9	26,2	0,18	10,4	25,9	8	18,23
2/04/92	220,72	46,2	46,0	25,4	0,15	10,6	25,9	8,2	18,5
16/04/92	224,47	44,9	48,2	23,5	0,11	11,0	26,0	8,5	18,57
30/04/92	228,72	41,5	46,9	23,2	0,09	11,4	27,2	8,8	19,42
13/05/92	228,89	39,9	49,2	21,4	0,09	11,8	28,4	9,2	20
25/05/92	230,44	38,0	49,8	20,3	0,08	12,0	28,6	9,5	20,42
<b>C. Exposition nord-ouest</b>									
23/01/92	198,81	49,9	43,0	28,3	0,23	8,8	21,9	6,9	15,20
6/02/92	208,77	49,7	42,6	27,5	0,20	8,8	22,0	6,9	15,49
20/02/92	212,3	49,9	44,0	27,0	0,20	9,8	23,5	7,0	16,54
5/03/92	220,47	49,7	44,9	25,9	0,19	9,8	22,9	7,0	15,90
19/03/92	215,73	48,1	42,4	26,2	0,15	10,0	24,9	7,5	17,53
2/04/92	216,93	47	45,7	24,9	0,11	10,2	25,0	7,8	17,85
16/04/92	220,39	45,7	48,0	22,8	0,09	10,6	25,2	9,3	18,00
30/04/92	224,77	41,9	46,3	22,4	0,08	11,2	26,0	9,2	18,57
13/05/92	224,76	40,3	48,9	20,6	0,07	11,2	27,4	8,5	19,29
25/05/92	226,79	38,9	49,6	19,4	0,07	11,8	27,6	8,9	19,43
<b>D. Exposition nord-est</b>									
23/01/92	200,02	49,6	43,2	28,5	0,24	8,6	21,9	6,92	15,31
6/02/92	209,81	49,3	42,9	27,7	0,22	9	22	6,9	15,49
20/02/92	215,63	49,7	44,3	27	0,22	9,8	23,8	7,3	16,52
5/03/92	220,51	49,2	45,2	26,8	0,2	10	23,9	7,5	16,95
19/03/92	217,87	47	42,6	25,8	0,17	10,2	25,7	7,9	18,09
2/04/92	218,34	46,9	45,9	25,2	0,13	10,2	25,4	8	18,14
16/04/92	222,48	45,1	48	23,2	0,1	10,8	25,4	8,5	18,14
30/04/92	226,89	41,7	46,5	23	0,09	11,2	26,4	8,5	18,5
13/05/92	226,47	40,1	49	21,3	0,08	11,6	28	8,9	19,72
25/05/92	229,71	38,4	49,7	20,1	0,08	12	28,3	9,5	19,92

Tableau IV

Évolution de quelques paramètres physico-chimiques en fonction du stade de maturité d'oranges de la variété Valencia Late. Résultats présentés individuellement pour chacune des quatre expositions étudiées (verger de Limane en Tunisie).

Date	Poids moyen	% écorce	Rdt en jus	Acidité		MS jus		MS écorce		Taux glucides Sucres réducteurs
				Jus	Écorce			EST	ESS	
<b>A. Exposition sud-est</b>										
9/06/92	171,51	35,8	49,6	14,6	0,19	11	26,4	8,3	17,23	
<b>B. Exposition sud-ouest</b>										
9/06/92	169,68	36,1	48,4	13,5	0,18	10,8	26	8,1	17,4	
<b>C. Exposition nord-ouest</b>										
9/06/92	158,54	37,7	46,9	11,8	0,016	10,6	25,8	7,6	16,51	
<b>D. Exposition nord-est</b>										
9/06/92	159,43	37,2	48,2	12,9	0,17	10,8	25,8	7,9	17,35	

tion ne serait donc pas liée directement à la composition interne des fruits.

En fait, aux importantes différences observées entre les pourcentages d'infestation caractérisant les diverses expositions (tableau II) ne correspondent pas d'aussi fortes variations des paramètres physico-chimiques étudiés. D'autres paramètres chimiques (teneur en huiles essentielles de l'écorce, nature des substances volatiles, etc), non retenus pour cette étude, pourraient jouer un rôle non négligeable dans l'attraction ou la répulsion du ravageur. ATTAWAY (1971) avait étudié les principaux changements des composés volatiles au cours de la maturation des oranges de la variété HAMLIN, qui s'étale de mai à octobre; il avait alors constaté des changements de divers composés tels que limonène, myrcène, linanène, géraniol, citronellal, terpen-4-ol et x-terpinéol, présents dans le fruit en cours de maturation; les proportions de ces composés, qui avaient été mesurées en mai (respectivement 52,00, 0,69, 27,00, 3,50, 0,50, 0,55, 5,50 et 4,30%), avaient été trouvées effectivement fortement modifiées en octobre (respectivement 95, 1,76, 0,60, 0,20, 0, 0, 0,60 et 0,20).

### comparaison des deux vergers

La production d'un même nombre d'arbres a été observée dans l'un (Mraïssa) et l'autre (Limane) verger. Cependant le nombre de fruits obtenus dans la parcelle de Limame a été supérieur aux

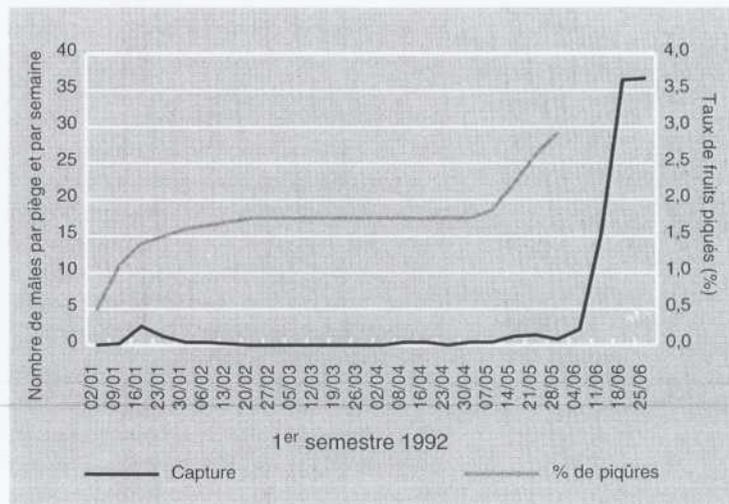


Figure 3  
Évolution de l'activité de la cératite dans le verger d'agrumes de Mraïssa (Cap Bon tunisien) de janvier à juin 1992, comparée avec le taux de fruits piqués.

performances du verger de Mraïssa (tableau II), bien que les fruits aient été plus petits, plus acides et moins juteux que dans cette seconde parcelle (tableaux III et IV).

D'autre part, le taux d'infestation des oranges (tableau II) par la parcelle de Limame (verger commercial où la charge de l'arbre est importante) a été plus faible qu'à Mraïssa (verger délaissé où la charge de l'arbre est très faible). L'attaque des fruits par la cératite serait donc inversement proportionnelle à la charge de l'arbre.

## ● conclusions

L'importance de l'attaque des oranges par *Ceratitis capitata* s'est révélée être différente selon la place du fruit dans l'ensemble de la frondaison (position interne ou externe, exposition selon différents points cardinaux).

Au cours de la même période d'observation, l'analyse de certaines caractéristiques physico-chimiques de ces mêmes fruits a mis en évidence des différences qui sont également en relation avec l'emplacement des oranges dans l'arbre.

Ces deux observations pourraient être liées : la cératite préférerait l'exposition sud-est de l'arbre, car les fruits, à peau mince, riches en sucre, et probablement avec des caractéristiques chimiques favorables, lui offrent les meilleures conditions de ponte et de développement larvaire. Par ailleurs, selon certains auteurs, la femelle pondrait durant les heures chaudes de la journée (BODENHEIMER, 1951 ; FERON, 1962), et le pic d'oviposition se situerait à 12 h (HENDRICHIS *et al*, 1989) ; le côté de l'arbre le plus ensoleillé à ce moment, donc le plus chaud et le plus éclairé, est celui exposé au sud-est, il est par conséquent le plus favorable pour la ponte. Les expositions voisines (sud-ouest et nord-est) sont également fréquentées par la mouche mais avec une moindre activité (respectivement en deuxième et en troisième position).

Cette étude apporte des éléments intéressants sur le comportement de colonisation de l'hôte par la cératite, qui est suivi de ponte ; dans les conditions du Cap Bon tunisien, elle met nettement en évidence une préférence de la mouche pour le côté sud-est de l'arbre, et pour les fruits qui sont à la périphérie de la frondaison et les plus murs.

Le moment de l'attaque du fruit peut être précisé à partir des résultats obtenus. L'étude de l'évolution de l'infestation (fig 3) et de la variation des caractéristiques physico-chimiques des fruits (tableau III) montre que ces deux facteurs sont liés. L'activité de la cératite entraîne une augmentation du taux d'infestation qui a lieu dès que la valeur des paramètres physico-chimiques change (diminution de l'acidité, augmentation du taux de matière sèche, augmentation du taux des glucides, etc). Ainsi, lorsque, le 25 mai 1992, la capture de la cératite atteint une moyenne de 2,8 adultes par piège et par semaine, le taux moyen d'infestation, mesuré par le taux de fruits piqués, augmente jusqu'à 3% (fig 3), alors que les caractères physico-chimiques mesurés atteignent des valeurs critiques, favorables à la piqûre ; un traitement chimique à cette date serait dès lors justifié.

Le stade réceptif des fruits à l'attaque de la mouche méditerranéenne des fruits ayant pu être identifié, il peut être envisagé de réduire les applications chimiques en agrumiculture qui sont de l'ordre de cinq à six traitements durant la campagne. Le seuil de vulnérabilité des fruits à *Ceratitis capitata* est déterminé d'une part par l'augmentation des captures dans les pièges, et d'autre part par la modification de certaines caractéristiques physico-chimiques en rapport avec le changement de la couleur des oranges, les rendant plus réceptives aux attaques de la cératite.

## ● références

- Anonyme (1968) Les agrumes au Maroc. INRA, Rabat (Maroc), 667 p, Collection « Technique et productions agricoles »
- Attaway A (1971) In: *Biochemistry of fruits and their products* (AC Hulme, ed). Academic press, Londres, 2, 107-161
- Back EA, Pemberton CE (1918) The mediterranean fruit fly. *US Depart Agric Bull Washington DC*, 64, 1-43
- Bodenheimer FS (1951) *Citrus entomology in the meadle east*. Uitgeverij Dr W Junk S Gravenhage, 87-161
- Chermiti B, Onillon C (1992) À propos de la présence en Tunisie de deux nouvelles espèces d'aleurodes nuisibles aux agrumes *Aleurothrix floccosus* Maskell et *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera, Aleurodidae). *Fruits* 47 (3), 405-411

- Delanoue P, Soria F (1962) Au sujet de l'avortement de l'évolution de *Ceratitis capitata* Wied dans certains agrumes en Tunisie. *Ann INRAT Tunisie* 35, 73-96
- Delrio G, Ortu S (1988) Attraction of *Ceratitis capitata* to sex pheromones, trimedure, ammonium and protein bait traps. In: *Proceedings of the sixth International Citrus Congress*, Tel Aviv, Israël, March 6-11/1988. Philadelphia/Rehovot, Israël (R Goren and K Mendel eds), Balaban Publishers, 1319-1324
- Delrio G, Zumreoglu A (1982) Attractability range and capture efficiency of medfly traps. In: *Fruit flies of economic importance. Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium* Athens, Greece, 16-19 Nov 1982. Balkema/ Rotterdam, Pays-Bas, (R Cavallo, ed), 445-450
- Dhouibi MH (1992) Efficacité de certains produits chimiques à l'égard des mouches blanches *Aleurothrixus floccosus* Mask et *Parabemisia myricae* (Kuw) (Homoptères : Aleyrodidae) et leur impact sur les auxiliaires *Cales noacki* Howard et *Encarsia transvena* Timberlake (Hyménoptères : Aphelinidae). *Med Fac Landbouww Univ Gent*, 57/2b, 493-504
- Dhouibi MH, Gahbiche H (1990) Comparative study of different medfly trap models for use in mass-trapping. In: *Symposium on fruit flies of economic importance* organized jointly by the IOBC and MAF held at Agricultural Faculty of Sassari, Italy, November 26-27, 9 p
- Dhouibi MH, Jerraya A (1991a) Essai de traitement contre la mouche blanche des agrumes *Aleurothrixus floccosus* Mask (Homoptères : Aleyrodidae). *Med Fac Landbouww, Rijksuniv Gent* 56/3 b, 1129-1142
- Dhouibi MH, Jerraya A (1991b) La mouche blanche des agrumes : *Aleurothrixus floccosus* Mask; Woolley whitefly (Homoptera : Aleyrodidae). Mégrine, Tunisie, imprimerie Graphic Industries, document technique, 24 p
- Drummond F, Groden D, Prokopy RJ (1984) Comparative efficacy and optimal positioning of traps for monitoring apple maggot flies (*Diptera* : Tephritidae). *Environ Entomol* 13, 232-235
- Feron M (1962) L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. *Rev Pathol Végét Entomol Agric Fr* 41, 1-129
- Gaillard JP, Cassin J, Arias N, Ciccoli H (1976) Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes. I Monographie de la récolte d'un clémentinier. *Fruits* 31 (1), 31-59
- Gautier JA, Renault J, Pellerin F (1961) Fiches techniques d'analyse bromatologique. Société d'édition d'enseignement supérieur, 394 p
- Hendrichs J, Hendrichs MA (1990) Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) in nature: location and diel pattern of feeding and other activities on fruiting and non fruiting hosts and nonhosts. *Ann Entomol Soc Am* 83, 632-641
- Hendrichs J, Reys J, Aluja M (1989) Behaviour of female and male mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* in and around Jackson traps placed on fruiting host trees. *Insect Sci Appl* 10 (3), 285-294
- Huet R (1984) Les agrumes à faibles acidités. *Fruits* 39 (11), 689-698
- Katsoyannos BI (1982). Captures of *Ceratitis capitata* and *Dacus oleae* flies (Diptera: Tephritidae) by Mc Phail and Rebell color traps suspended on Citrus, fig and olive trees on Chios, Greece. In: *Fruit flies of economic importance. Proceedings of the CEC/ IOBC International Symposium*, Athens, Greece, 16-19 Nov Balkema/ Rotterdam, Pays-Bas, 451-456
- Ortiz JM, Tadeo JL, Estelles A (1987) Características fisicoquímicas de "Navelina", "Washington Navel" y "Navelate" y su evolución durante la maduración. *Fruits* 42 (78), 435-441
- Quilici S, Geslin P, Manikom R (1987) Utilisation du piégeage dans la lutte contre les mouches des fruits à l'île de la réunion. Comparaison de différents types de pièges. *Fruits* 42 (1), 47-51
- Yana A, Stancic J (1967) Essais de lutte chimique contre *Ceratitis capitata* Wied en Tunisie et perspectives d'avenir. Tunis, Tunisie, INRAT, document technique, 18 p
- Zervas GA (1986) Trapping Mediterranean fruit flies in delta and plastic Mc Phail traps in the field. In: *Fruit flies. Proceedings of the second international symposium of fruit flies, 16-21 September 1986, Colymbari, Crète, Greece. Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier, AP Economopoulos ed, p 475-481*