

Biologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied, 1824 (Diptera ; Trypetidae) en Kabylie.

SADOUDI-ALI AHMED Djamilia

Université M. MAMMARI de Tizi-Ouzou (Algérie)

Résumé

A partir des pupes obtenues de différentes variétés fruitières de la Kabylie, nous avons suivi les paramètres de la cératite à savoir le poids des pupes, la durée de pupaison, le taux d'émergence, le sex-ratio et la longévité des adultes. Les résultats obtenus ont révélé que le poids initial d'une puce varie selon les espèces fruitières étudiées. La durée de pupaison diffère selon les espèces et les variétés fruitières. Plus de 50 % de pupes ont donné des adultes sur les deux variétés d'abricot et de pêche alors que les variétés d'oranger sont celles qui ont donné très peu d'adultes. Par ailleurs, le sex-ratio varie selon la variété de fruits. Enfin, les femelles et les mâles de la cératite ont montré des longévités importantes sur les agrumes.

Mots clés : *Ceratitis capitata*, variété, fruit, poids, pupaison, émergence, sex-ratio, longévité.

Introduction

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de tous les pays du monde. L'intensification des zones cultivées a, toutefois, engendré des phénomènes de pullulation de certains déprédateurs, parmi lesquels nous retenons la cératite, *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824 (Diptera: Trypetidae). Cette espèce est considérée comme l'une des plus nuisibles de par le monde sur les fruits et porte le nom commun de mouche méditerranéenne des fruits en raison de sa large répartition dans le bassin méditerranéen dont elle serait originaire (LECKCHIRI, 1982 ; NUNEZ, 1987). Elle a été signalée pour la première fois en Algérie, en 1859 (BODENHEIMER, 1951).

C. capitata est très polyphage, LIQUIDO et al. (1991) ont recensé environ 353 espèces cultivées et non cultivées susceptibles d'être attaqués par ce ravageur dont 50 % présentent une grande importance économique. Parmi ces derniers, citons les plantes hôtes se trouvant en Algérie : abricots, pêches, nectarines, prunes, pommes, poires, figues et agrumes.

HARRIS (1984) et HENDRICHS (1990) ont souligné que ce diptère possède un potentiel biotique élevé et une capacité remarquable de sélectionner les fruits hôtes. Les dégâts qu'il provoque sont de deux sortes : d'une part, nous avons les dommages causés par les tentatives de ponte des femelles, ces piqûres donnent un mauvais aspect aux fruits qui sont automatiquement refusés à l'exportation. De plus, les piqûres provoquent une décoloration anticipée et une chute prématurée du fruit. D'autre part, nous retenons les dommages provoqués par les larves qui se nourrissent du fruit et leurs galeries ouvrent le chemin pour des moisissures particulièrement *Penicillium digitatum* (CAYOL et al., 1994).

Parmi les recherches entreprises ces dernières années afin de combattre ces ravageurs, WHARTON et al. (2000) ont testé plusieurs espèces de parasites parmi lesquelles figurent *Psytalia fletcheri* Silvestri et *Diachasmimorpha tryoni* Cameron

(Hymenoptera : Brachonidae) qui se sont révélées capables de se développer sur *C. capitata* et *C. rosa*, deux importants ravageurs des fruits tropicaux et subtropicaux.

Dans le même contexte, une étude a été entreprise par CALLEJAS & OCHANDO (2004) sur la variabilité enzymatique d'une population espagnole de *C. capitata*. D'autres recherches ont été récemment entreprises sur l'activité biologique des inhibiteurs de protéases (ARAUJO et al., 2005).

Rappelant que la lutte autocide, basée sur l'utilisation de l'insecte lui même rendu stérile par des méthodes physiques ou chimiques (DELASTRAL, 1986). A permis d'éradiquer ce ravageur dans la région de Carnavon au Sud - Ouest de l'Australie où plus de deux millions de mâles stériles ont été lâchés de 1980 à 1984 (FISHER, 1985 in OUKIL, 1995).

Cependant, la lutte contre ce déprédateur demeure essentiellement chimique malgré les conséquences sur les équilibres biologiques et sur l'insecte lui même qui développe des phénomènes de résistance. Parmi les traitements chimiques recommandés figurent le diméthoate, le fenthion, le malathion et le phosphamidon (LEKCHIRI, 1982).

Les pratiques culturales n'exigeant pas beaucoup de moyens tel que le choix de certaines textures du sol peuvent réduire les populations de ce ravageur (ALI AHMED et al., 2007). En outre, le choix de variétés résistantes peut s'avérer, également, très efficace dans la réduction des populations de cette mouche (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935). C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui consiste en la détermination de l'effet de la variété fruitière sur certains paramètres biologiques de ce déprédateur.

Matériel et méthodes

Nous avons prélevé nos échantillons, représentés par les fruits, dans différents vergers de la Kabylie pendant 3 années (**Figure 1**). Il s'agit des vergers de chaïb, Eacn^o1, Chabane et le verger de pêcher à Draa Ben Khedda. Ces vergers sont situés dans la wilaya de Tizi-ouzou qui est distante de 100 Km de la capitale Alger. Nous avons aussi prélevé les fruits dans deux vergers de la wilaya de Boumerdes (Isser et Léghata).

Nous avons réalisé nos prélèvements de fruits sur 6 espèces fruitières avec 2 variétés chacune ; il s'agit des variétés Hâtif Colomer et Bulida (abricotier), Docteur Guyot et Williams Meningo (poirier), Redhaven et Cardinal (pêcher), les clémentines ordinaire et Montréal, les oranges Thomson et Moro et enfin la figue blanche (Thaghanimth) et noire (Azendjar).

Ces fruits sont prélevés à maturité avec un total de 180 fruits pour les agrumes et 250 fruits pour les variétés d'été et ceci à partir de chaque arbre et pendant chacune des trois années. Ces fruits sont mis séparément dans des passoires selon l'orientation qui sont placées, à leur tour, dans des bassines au fond desquelles nous avons déposé approximativement 2 cm de sable fin. Les pupes sont récupérées quotidiennement par tamisage du sable.

A partir des pupes obtenues de chaque variété fruitière, un nombre égal ou inférieur à 50 (selon le taux d'infestation des fruits des différentes variétés) est mis en observation afin de suivre les paramètres biologiques de cette mouche qui sont :

1. Poids des pupes : les pupes âgées de 24 heures sont mises dans des boîtes de Pétri et sont pesées quotidiennement jusqu'à l'émergence.

2. Durée de pupaison : les pupes précédentes ont, également, servi à la détermination de la durée de pupaison qui correspond à l'intervalle de temps entre la formation des pupes et l'émergence des adultes.

3. Taux d'émergence : un nombre de pupes ≤ 50 est placé dans des bocaux en verre contenant un flacon d'eau et un flacon de liquide nutritif destinés à l'alimentation des futures mouches.

4. Sex-ratio : les adultes émergés sont identifiés selon leur sexe et le sex-ratio est calculé selon la formule suivante :

$$\text{sex-ratio} = \frac{\text{nombre de femelles}}{\text{nombre total d'adultes émergés}}$$

5. Longévité : les individus morts sont comptés quotidiennement et leur sexe est déterminé. Nous avons estimé la longévité maximale, minimale et moyenne pour les mâles et les femelles provenant des fruits des différentes variétés.

Résultats

1. Poids des pupes

Il ressort de l'analyse de la variance de ces résultats (**Tableau 1**) que le poids initial des pupes issues des différentes variétés fruitières étudiées varie significativement ($P = 0,0407$).

Tableau 1: Poids initial moyen (mg) d'une pupe de *C. capitata* issue de fruits de différentes variétés (moyenne \pm écart-type, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil $P = 0,05$).

Variété	Poids initial d'une pupe (mg)	ANOVA		
		ddl	F	P
Hâtif Colomer	10,00 \pm 0,40 (ab)	11	2,32	0,0407
Bulida	8,54 \pm 0,43 (ab)			
Docteur Guyot	8,00 \pm 0,38 (ab)			
Williams Meningo	7,89 \pm 0,49 (ab)			
Redhaven	9,06 \pm 0,91 (ab)			
Cardinal	9,05 \pm 1,03 (ab)			
Clémentine ordinaire	9,33 \pm 0,34 (ab)			
Clémentine Montréal	8,77 \pm 0,52 (ab)			
Thomson	12,10 \pm 1,86 (a)			
Moro	3,66 \pm 6,92 (b)			
Figue blanche	9,40 \pm 0,36 (ab)			
Figue noire	9,72 \pm 0,26 (ab)			

Les pupes issues de la variété d'oranger Thomson sont celles dont le poids est le plus élevé, de l'ordre de 12,1 mg (à 17,33°C et 72,03 % d'humidité relative). Cette variété est classée dans le groupe homogène (a) par le test de Newman & Keuls.

Les poids des pupes issues des autres espèces fruitières étudiées ne varient pas significativement et elles sont toutes classées dans le groupe (ab) avec des moyennes allant de 7,89 à 10 mg à des températures variant entre 27,13 et 30,83°C et des humidités relatives allant de 46,94 à 60,13 %.

Par ailleurs, les résultats obtenus montrent une variation du poids selon que les pupes soient jeunes ou âgées. En effet, avec l'âge le poids des pupes diminue. Cette perte de poids est supérieure à 5 g chez les deux variétés d'oranger et se situe dans l'intervalle [3 – 5 g] chez toutes les autres variétés fruitières étudiées. Nous notons, enfin, que la variété d'orange Moro a donné deux pupes durant une seule année et le poids initial d'une pupe est de 11,98 mg.

2. Durée de pupaison

Les résultats obtenus révèlent que la durée de pupaison varie de façon significative selon les variétés fruitières ($P = 0,0125$) (**Tableau 2**). Les durées de pupaison les plus longues sont observées pour les pupes issues des différentes variétés d'agrumes à savoir les oranges Thomson, les clémentines ordinaire et Montréal avec des moyennes respectives de 18,33 j ; 15,67 j et 16 j à des températures inférieures à 20°C et une humidité relative moyenne de 73,19 %. Ces variétés sont classées par le test de Newman & Keuls dans le groupe (a). Pour les variétés estivales, les durées de pupaison ne varient pas significativement ; elles oscillent entre 7 j chez la variété de poire Williams Meningo (à 29,59°C et 47,40 % d'humidité relative) à 9,67 j chez les figues noires (à 30,83°C et 46,94% d'humidité relative). Ces variétés sont classées dans le même groupe (ab). Dans le groupe (b), nous retrouvons l'orange Moro qui a présenté une durée de pupaison de 6 j à 15,81°C et 62,31 % d'humidité relative car cette variété a donné des pupes durant une seule année qui ont présenté une durée de pupaison de 18 jours.

Tableau 2: Durées moyennes de pupaison (jours) chez *C. capitata* sur les fruits des différentes variétés étudiées (moyenne \pm écart-type, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil $P = 0,05$).

Variété	Durée de pupaison (jours)	ANOVA		
		ddl	F	P
Hâtif Colomer	8,00 \pm 0,00 (ab)	11	3,04	0,0110
Bulida	7,33 \pm 0,58 (ab)			
Docteur Guyot	7,33 \pm 0,58 (ab)			
Williams Meningo	7,00 \pm 0,00 (ab)			
Redhaven	8,33 \pm 0,58 (ab)			
Cardinal	8,00 \pm 0,00 (ab)			
Clémentine ordinaire	15,67 \pm 2,08 (a)			
Clémentine Montréal	16,00 \pm 3,46 (a)			
Thomson	18,33 \pm 16,50 (a)			
Moro	6,00 \pm 0,00 (b)			
Figue blanche	9,33 \pm 0,58 (ab)			
Figue noire	9,67 \pm 0,58 (ab)			

3. Taux d'émergence

Les résultats obtenus montrent que le taux d'émergence varie de façon hautement significative ($P = 0,0001$) (**Tableau 3**).

Tableau 3: Taux moyen d'émergence de *C. capitata* sur les différentes variétés étudiées (moyenne \pm écart-type, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil $P = 0,05$)

Variété	Taux d'émergence	ANOVA		
		ddl	F	P
Hâtif Colomer	56,67 \pm 7,02 (a)	11	6,51	0,0001
Bulida	40,67 \pm 2,31 (abcd)			
Docteur Guyot	25,99 \pm 8,67 (bcde)			
Williams Meningo	39,78 \pm 16,01 (abcd)			
Redhaven	52,67 \pm 9,87 (ab)			
Cardinal	20,67 \pm 9,87 (cde)			
Clémentine ordinaire	22,67 \pm 3,06 (bcde)			
Clémentine Montréal	26,00 \pm 4,00 (bcde)			

Thomson	16,65 ± 11,35 (de)			
Moro	6,66 ± 11,55 (e)			
Figue blanche	48,00 ± 14,42 (abc)			
Figue noire	47,67 ± 20,26 (abc)			

La variété qui a permis le taux d'émergence le plus élevé est l'abricot Hâtif Colomer avec une moyenne de 56,67 %. Cette variété est classée par le test de Newman & Keuls dans le groupe (a). Elle est suivie par la variété de pêche Redhaven avec un taux moyen d'émergence de 52,67 % et elle est classée dans le groupe (ab). En troisième position, nous retrouvons les deux variétés de figuier avec des taux moyens d'émergences de 48,00 % pour la figue blanche et 47,67 % pour la figue noire.

Par contre, les variétés qui ont donné les taux d'émergence les plus faibles sont les variétés d'oranger de l'ordre de 16,65 % pour les oranges Thomson et 6,66 % chez les oranges Moro qui sont classées dans les derniers groupes (de) et (e) respectivement.

Il y a lieu de signaler que pour l'abricotier, le poirier, le pêcher et l'oranger les taux d'émergence varient significativement entre les variétés. Ainsi, les variétés Hâtif Colomer, Williams Meningo, Redhaven et l'orange Thomson, semblent favoriser l'émergence des mouches par rapport aux variétés Bulida, Docteur Guyot, Cardinal et Moro.

4. Sex-ratio

C'est l'un des paramètres importants dans la dynamique des populations. Des résultats consignés dans le **tableau 4**, nous déduisons que le sex-ratio varie de façon très hautement significative entre les mouches issues des différentes variétés fruitières étudiées ($P = 0,0000$).

Tableau 4: Sex-ratio des individus de *C. capitata* issus des fruits des différentes variétés étudiées (moyenne ± écart-type, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil $P = 0,05$).

Variété	Sex-ratio	ANOVA		
		ddl	F	P
Hâtif Colomer	0,64 ± 008 (a)	11	12,77	0,0000
Bulida	0,47 ± 0,00 (abc)			
Docteur Guyot	0,32 ± 0,07 (bc)			
Williams Meningo	0,48 ± 0,05 (abc)			
Redhaven	0,63 ± 0,03 (a)			
Cardinal	0,41 ± 0,03 (abc)			
Clémentine ordinaire	0,42 ± 0,06 (abc)			
Clémentine Montréal	0,41 ± 0,07 (abc)			
Thomson	0,27 ± 0,24 (c)			
Moro	0,00 ± 0,00 (d)			
Figue blanche	0,54 ± 0,03 (ab)			
Figue noire	0,59 ± 0,09 (a)			

Il ressort de ces résultats que le sex-ratio des individus issus des différentes variétés fruitières étudiées varie de 0 à 0,64. Le sex-ratio est en faveur des femelles sur les variétés Hâtif Colomer (0,64), Redhaven (0,63) et les deux variétés de figuier (0,59 pour la figue noire et 0,54 pour la figue blanche). Sur toutes les autres variétés, le sex-ratio est inférieur à 0,5, par conséquent, il est en faveur des mâles. Nous constatons, en outre, que les variétés qui ont permis des taux d'émergence élevés sont celles qui ont donné des sex-ratio en faveur des

femelles. C'est le cas de la variété d'abricot Hâtif Colomer, de pêche Redhaven et de figue Thaghanimth et Azendjar.

5. Longévité

Les résultats obtenus révèlent que la longévité des mouches femelles et mâles varie très significativement selon les variétés fruitières étudiées ($P = 0,0016$ pour la longévité des femelles et $P = 0,0010$ pour la longévité des mâles) (**Tableau 5**).

Tableau 5: Longévité moyenne (en jours) des adultes de *C. capitata* sur les différentes variétés fruitières étudiées (moyenne \pm écart-type, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil $P = 0,05$).

Variété	Longévité des mouches femelles (jours)			Longévité des mouches mâle (jours)				
	Moyenne \pm écart-type	ANOVA			Moyenne \pm écart-type	ANOVA		
		ddl	F	P		ddl	F	P
Hâtif Colomer	14,53 \pm 1,24 (bc)	11	4,21	0,0016	12,44 \pm 1,07 (ab)	11	4,56	0,0010
Bulida	12,67 \pm 1,87 (bc)				11,23 \pm 1,09 (ab)			
Docteur Guyot	19,19 \pm 3,95 (bc)				11,52 \pm 0,71 (ab)			
Williams Meningo	13,55 \pm 1,86 (bc)				11,62 \pm 1,64 (ab)			
Redhaven	15,00 \pm 1,17 (bc)				12,66 \pm 0,54 (ab)			
Cardinal	12,00 \pm 0,50 (bc)				11,17 \pm 0,29 (ab)			
Clémentine ordinaire	43,65 \pm 2,73 (ab)				37,69 \pm 0,71 (a)			
Clémentine Montréal	30,00 \pm 2,29 (abc)				29,17 \pm 3,82 (a)			
Thomson	45,67 \pm 39,58 (a)				36,00 \pm 31,75 (a)			
Moro	0,00 \pm 0,00 (c)				0,00 \pm 0,00 (b)			
Figue blanche	26,05 \pm 3,07 (abc)				19,44 \pm 0,53 (ab)			
Figue noire	27,77 \pm 0,9 (abc)				26,73 \pm 5,21 (ab)			

Nous remarquons, à partir des résultats obtenus, qu'aussi bien les mâles que les femelles semblent vivre plus longtemps lorsque le développement larvaire se déroule dans les fruits des différentes variétés d'agrumes étudiées, exceptée la variété d'orange Moro qui a donné deux mouches mortes à l'émergence.

Les femelles ont montré la longévité la plus longue sur l'orange Thomson de l'ordre de 45,67 jours (à 17,33°C et 72,03 % d'humidité relative). Cette variété est classée par le test de Newman & Keuls dans le groupe (a). Les durées de vie des femelles ne diffèrent pas

significativement entre les clémentines Montréal et les figues qui sont classées dans le groupe (abc) de l'ordre de 30 j (à 19,27°C et 74,36 % d'humidité relative) pour les clémentines, 26,05 j pour les figes blanches et 27,77 j pour les figes noires (à 30,83°C et 46,94 % d'humidité relative). Sur les variétés estivales, les femelles ne montrent pas de variation significative de durées de vie ; ces variétés sont toutes classées par le test de Newman & Keuls dans le groupe (bc) avec des longévités moyennes allant de 12 j pour la pêche Cardinal (à 29,85°C et 57,94 % d'humidité relative) à 19,19 j pour les poires de la variété Docteur Guyot (à 29,59°C et 47,40 % d'humidité relative).

Par contre, la durée de vie des mâles ne diffère pas significativement sur la clémentine ordinaire, l'orange Thomson et la clémentine Montréal allant de 29,17 j à 37,69 j ; ces trois variétés sont classées par le test de Newman & Keuls dans le groupe (a). Nous signalons que les pupes issues des clémentines ont évolué à 19,27°C et 74,03 % d'humidité relative et celles issues des oranges Thomson à une température moyenne de 17,33°C et une humidité relative de 72,03 %.

Sur les espèces estivales (pêcher, poirier, abricotier et figuier) les durées de vie des mouches mâles ne diffèrent pas entre elles ; elles varient entre 11,17 et 26,73 j ; ces variétés sont classées dans le même groupe (ab). Les pupes issues de ces variétés ont évolué dans un intervalle de température de 27,03 et 30,83°C et d'humidité relative situé entre 46,94 et 60,13 %.

Par ailleurs, il ressort de l'ensemble des résultats que les femelles montrent des durées de vie plus longues que les mâles et ceci pour toutes les variétés fruitières étudiées. Pour rendre compte de la signification des différences de longévités mâles et femelles que nous avons observées, nous avons procédé à des comparaisons de moyennes pour chaque variété, en appliquant le test de Student dont les résultats sont donnés dans le **tableau 6**. Les résultats consignés dans ce tableau montrent que les longévités mâles et femelles diffèrent significativement lorsque l'évolution de ces mouches se fait sur la variété de pêche Redhaven,, la clémentine ordinaire et la figue blanche en présentant les probabilités respectives de 0,03 ; 0,01 et 0,02. Sur ces variétés les femelles vivent plus longtemps. Sur toutes les autres variétés, il n'y a pas de différences significatives de longévité entre les mâles et les femelles de la cératite.

Tableau 6: Résultats du test de Student pour les longévités des mâles et des femelles de *C. capitata* sur les différentes variétés fruitières étudiées.

Variété	Longévité moyenne femelle (jours)	Longévité moyenne mâle (jours)	Valeur t	ddl	P
Hâtif Colomer	14,53 ± 1,23	12,44 ± 1,07	2,21	4	0,09
Bulida	12,66 ± 1,87	11,23 ± 1,08	1,14	4	0,31
Docteur Guyot	12,18 ± 3,95	11,52 ± 0,70	0,28	4	0,78
Williams Mening	13,54 ± 1,86	11,61 ± 1,64	1,34	4	0,24
Redhaven	14,99 ± 1,16	12,66 ± 0,54	3,14*	4	0,03*
Cardinal	11,75 ± 0,35	11,25 ± 0,35	1,4	2	0,29
Clémentine ordinaire	45,14 ± 1,21	38,04 ± 0,53	7,55*	2	0,01*
Clémentine Montréal	30,25 ± 3,1	19,16 ± 17,01	0,86	3	0,45
Thomson	41,00 ± 57,98	30,00 ± 42,42	0,21	2	0,84
Figue blanche	26,04 ± 3,06	19,43 ± 0,53	3,67*	4	0,02*
Figue noire	27,77 ± 0,2	26,72 ± 5,21	0,34	4	0,74

Discussion et Conclusion

Les résultats que nous avons obtenus ont montré que le poids initial d'une pupa varie selon les espèces fruitières. Ceci a été confirmé par plusieurs auteurs, c'est ainsi que FERON & SACANTANIS (1955), ayant travaillé dans des conditions de températures de 25-27°C et d'humidité relative de 60-70 %, ont obtenu des valeurs allant de 7,8 à 8,5 mg pour des pupes issues de la même souche mais s'étant développées sur différentes espèces fruitières. Ils attribuèrent ces différences aux variations dans la consistance et la composition des fruits utilisés. Pour notre part, nous avons travaillé dans des conditions non contrôlées de laboratoire et nous constatons que les conditions climatiques n'agissent pas sur le poids initial d'une pupa ; en effet, les pupes issues des clémentines développées à 19,27°C et 74,36 % d'humidité relative sont classées dans le même groupe que celles issues de l'abricotier, par exemple, développées à 27,3°C et 60,13 % d'humidité relative. Nous pouvons déduire que c'est la valeur nutritive de la pulpe des fruits des différentes variétés de la même espèce qui détermine le poids initial d'une pupa. Selon DEBOUZIE (1977), le poids initial d'une pupa renseigne si la larve s'est bien alimentée ou non.

Nous remarquons, cependant, une évolution du poids des pupes entre le début et la fin de pupaison. Ce qui a été rapporté par CAUSSE (1974) qui stipule que le poids des pupes diminue progressivement en fonction de l'évolution des imago à l'intérieur de celles-ci. Ceci serait dû à l'épuisement des réserves nutritives et nous renseigne sur la quantité de réserves nécessaires à la cératite pour accomplir sa métamorphose. Nous constatons que cette perte de poids varie entre 3,38 mg si le fruit hôte est la variété de poirier Guyot à 5,63 mg lorsque le fruit hôte est l'orange Thomson. Cette perte de poids semble être en rapport avec le poids initial des pupes.

Nous constatons, par ailleurs, que la durée de pupaison chez la cératite varie selon les espèces ; elle est plus courte chez les espèces d'été chez lesquelles elle varie entre 7 et 8,83 jours. Elle paraît plus longue chez les variétés d'hiver chez lesquelles elle varie entre 15 et 21 jours. Ceci rejoint les constatations de DELANOUE (1951) selon lequel à 29°C, il suffit de 8 jours à la pupa de la cératite pour donner un adulte alors qu'il lui faut 35 jours à 15°C. Une chaleur excessive lui est, toutefois, nuisible puisqu'une exposition d'une heure à 46°C provoque 80 % de mortalité.

Sur les figes fraîches, nous avons obtenu une durée de pupaison de 9,5 j en moyenne à 30,83°C et 46,94 % d'humidité relative. Ces résultats se rapprochent de ceux de KRAINAICKER *et al.* (1987) qui ont obtenu une durée de pupaison de 10 jours sur les mêmes fruits et ce à une température de 25–26°C et une humidité relative de 60–70 %. Le même auteur a obtenu une durée de pupaison de 10 jours sur les oranges à une température variant entre 25 et 30°C et une humidité relative allant de 60 à 70 %. Par contre, nous avons eu une durée moyenne de pupaison plus longue, de 18 jours sur l'orange Thomson à 17,33°C et 72,03% d'humidité relative.

Nous déduisons que la durée de pupaison chez la cératite varie selon les espèces et les variétés fruitières en rapport, d'une part avec la qualité nutritive de la pulpe des fruits comme cela a été rapporté par FERON & SACANTANIS (1955) selon lesquels le milieu nutritif des larves influe sur la durée de pupaison. De même, GUENNELON & FERON (1958) ont signalé que la durée du développement larvaire est plus directement influencée par l'accroissement de la maturité du fruit, c'est-à-dire sa richesse nutritive. Ceci a été confirmé par les résultats que nous avons obtenus pour les poires chez lesquelles la phase pupale est la plus courte car ces fruits ne sont pas récoltés à maturité totale. D'autre part, et d'après nos résultats, nous déduisons que les facteurs climatiques sont les plus déterminants. Ainsi, les oranges et les mandarines qui arrivent à maturité en hiver ont montré des durées de pupaison assez allongées. Par contre, les pupes issues des variétés estivales ont présenté des durées de pupaison plus courtes.

En outre, plus de 50 % de pupes ont donné des adultes sur les deux variétés Hâtif Colomer et Redhaven. Cela est probablement dû à la qualité nutritive supérieure de celles-ci. Les deux variétés de figuier ont permis, pour leur part, une bonne émergence de la cératite. Par contre, les variétés d'orange Thomson et Moro sont celles qui ont donné les taux d'émergence les plus faibles. Ces résultats sont très loin de ceux rapportés par BODENHEIMER (1951) sur les mêmes fruits ; il a obtenu un taux d'émergence de 60 % à une température de 25-26 °C et une humidité relative qui varie entre 60 et 70 %. Nous avons remarqué lors de notre expérimentation que sur ces fruits, beaucoup de pupes n'émergent pas et finissent par se dessécher. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions climatiques qui seraient défavorables au développement de cette mouche.

Par ailleurs, nous constatons que les taux d'émergence de *C. capitata*, que nous avons obtenus au laboratoire sur différentes espèces fruitières, varient selon les variétés d'une même espèce excepté les deux variétés de figuier qui ont permis les mêmes taux d'émergence. Ainsi les variétés d'abricotier Bulida et de pêcher Cardinal ont donné des taux d'émergence nettement inférieurs à ceux des variétés Hâtif Colomer et Redhaven. Ceci s'expliquerait par la qualité moindre des fruits des premières variétés citées et la dureté de leur chair. Il en est de même pour les variétés de poirier et de clémentinier chez lesquelles nous constatons que se sont les variétés les moins infestées (poires Williams Meningo et Clémentine Montréal) qui ont donné le plus de mouches. Ceci est probablement dû à l'absence de la compétition larvaire et rejoint les observations de DEBOUZIE (1977) qui a noté que la mortalité des pupes augmente avec la densité larvaire et s'exprime par des émergences incomplètes.

On peut conclure que le rendement le plus élevé en mouches est obtenu sur la variété d'abricotier Hâtif Colomer et de pêcher Redhaven alors que le rendement le plus faible est obtenu chez les variétés d'orange. La variété fruitière agit donc sur le taux d'émergence de la cératite.

Pour ce qui est du sex-ratio, il ressort des résultats obtenus qu'il est en faveur des femelles sur les variétés fruitières qui ont permis les taux d'émergence les plus élevés. Cela peut être dû à la compétition larvaire qui, selon ALBAJES & SANTIAGO AL VAREZ (1980b) augmente la proportion des femelles. C'est le cas notamment des deux variétés de pêcher Cardinal et d'abricotier Bulida. Ces deux variétés ont, en effet, donné des taux d'émergence de 20,67 et 40,67 % respectivement et ils sont inférieurs à ceux obtenus sur leurs variétés homologues Redhaven (52,67 %) et Hâtif Colomer (56,67 %). Les premières variétés citées ont donné des sex-ratio en faveur des mâles (0,41 chez la Cardinal et 0,47 chez la Bulida) ; alors que la Redhaven et la Hâtif Colomer ont donné des sex-ratio en faveur des femelles.

Les variétés d'agrumes étudiées ont toutes donné des sex-ratio en faveur des mâles ($< 0,50$). Ceci concorde avec les résultats de KRAINAICKER *et al.* (1987) qui ont obtenu sur les oranges un sex-ratio inférieur à 0,50 à une température de $30 \pm 5^\circ\text{C}$. Sur les pêches, les mêmes auteurs ont obtenu un sex-ratio en faveur des femelles de l'ordre de 0,50. Nos résultats concordent avec ceux de ces auteurs pour la variété Redhaven mais différent pour la variété Cardinal qui a permis l'obtention d'un sex-ratio de 0,41 donc en faveur des mâles. Les mêmes auteurs ont obtenu, sur les figues, un sex-ratio de 0,49, alors que nous avons obtenu des sex-ratio de 0,59 sur la figue noire et 0,54 pour la figue blanche.

Le sex-ratio en faveur des femelles est avantageux pour l'espèce du fait qu'il entraîne un maximum d'accouplements dans une population. Selon CAUSSE (1974), ceci s'expliquerait par une très forte motivation sexuelle des mâles.

Nous pouvons conclure, à quelques exceptions près, que le sex-ratio varie pour les mouches issues des différentes variétés de la même espèce fruitière.

Enfin, les femelles et les mâles de la cératite ont montré des durées de vie élevées sur les variétés d'agrumes étudiées à savoir la Thomson et les clémentines ordinaire et Montréal.

Cependant, ils vivent moins longtemps sur les espèces fruitières estivales (abricotier, poirier et pêcher). Ceci pourrait s'expliquer par les conditions climatiques qui sévissent pendant la maturation des fruits de l'oranger et du clémentinier qui survient en hiver. Les basses températures rallongent, en effet, la durée de vie des mouches. Les durées de vie des individus, en été, sont plus courtes qu'en hiver et en automne. Ce qui a été signalé par SHOUKRY & HAFEZ (1979) et ALBAJES & SANTIAGO AL VAREZ (1980a) qui avancent que la durée de vie des mouches diminue avec l'élévation de la température.

Par ailleurs, sur la variété Redhaven, la clémentine ordinaire et la figue blanche, les femelles vivent plus longtemps que les mâles. Ceci rejoint les constatations de ALBAJES & SANTIAGO AL VAREZ (1980b) qui ont rapporté que les mâles et les femelles de *Ceratitis capitata* ont des durées de vie moyennes différentes et que les mâles vivent moins longtemps que les femelles. Pour toutes les autres variétés, il n'y a pas de différences significatives de longévité entre les mâles et les femelles de la cératite. Ce qui a été rapporté par SHOUKRY & HAFEZ (1979) et CAREY (1984) qui ont prouvé que les mâles vivent aussi longtemps que les femelles. Nous pouvons déduire, d'après nos résultats, que les femelles de *C. capitata* vivent plus longtemps que les mâles sur certaines variétés fruitières et qu'elles ont les mêmes durées de vie que les mâles sur d'autres. Nous pouvons conclure que les facteurs climatiques sont ceux qui déterminent, en premier lieu, la durée de vie des mouches.

Références bibliographiques

ALBAJES RY. & SANTIAGO AL VAREZ C., 1980a. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae) AN. INIA/ Ser Agric./ N° 13 : 184 – 190.

ALBAJES R.Y. & SANTIAGO AL VAREZ C., 1980b. Efectos de la densidad larvaria y de la alimentacion en la proporción de sexos de *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). AN. INIA/ Ser Agric./ N° 13:175 – 182.

ALI AHMED D., SOLTANI N., KELLOUCHE A. & MAZOUZI F., 2007. Effects of the soil texture and the burying depth of the larvae on some biological parameters of *Ceratitis capitata* (Diptera : Trypetidae). African Journal of Agricultural Research Vol. 2 (3), 105-111.

ARAUJO C.L., BEZERRA I.W.L., OLIVEIRA A.S., MOURA F.T., MACEDO L.L.P., GOMES C.E.M., FRANCO O.L., BLOCH J.C. & SALES M.P., 2005. In Vivo Bioinsecticidal Activity toward *Ceratitis capitata* (Fruit Fly) and *Callosobruchus maculatus* (Cowpea Weevil) and in Vitro Bioinsecticidal Activity toward Different Orders of Insect Pests of a Trypsin Inhibitor Purified from Tamarind Tree (*Tamarindus indica*) Seeds. *J. Agric. Food Chem.* 53 : 4381-4387.

BALACHOWSKY A.S. & MESNIL L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed. Busson, tome 1, Paris : 242 – 253.

BODENHEIMER F., 1951. Citrus entomology in the Middle East. Junk, The Hague: 663p.

CAREY J. R., 1984. Host specify demographic studies of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* WIED.Ecol. Entomol.Vol. 9: 161 – 270.

CAREY J.R., 1992: The Mediterranean fruit fly in California: taking stock. California Agriculture 46: 12 – 17.

CARMEN CALLEJAS & M. DOLORES OCHANDO., 2004. Allozymic variability in Spanish population of *Ceratitis capitata*. *Fruit* 59 : 181-190.

CASTILLO M.A., MOYA P., HERNANDEZ E. & PRIMO- YUFERA E., 2000. Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extract. *Biol. Control* 19: 274-282.

- CAUSSE R., 1974.** Influence du sex-ratio sur le nombre d'accouplements dans une population de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Trypetidae). Ann. Zool. Anim., Vol. 6 N° 4: 499 – 502.
- CAYOL J.P., CAUSSE R., LOUIS C. & BARTHES J., 1994.** Medfly *Ceratitis capitata* as a rot vector in laboratory conditions. Journal of Applied Entomologie 117 : 338-343.
- DEBOUZIE D., 1977.** Etude de la compétition larvaire chez *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Arch. Zool. Exp. Gén., T.118, Fac c 3 : 316 – 334.
- DELANOUE P., 1951.** Encore la cératite ! Extrait de la feuille d'information viticoles de Tunisie. N° 24 : 8 – 18.
- FERON M. & SACANTANIS K., 1955.** L'élevage permanent de *Ceratitis capitata* Wied au laboratoire. Ann. Epiphy. N°2: 201 – 214.
- GUENNELON G. & FERON M., 1958.** LA receptivité des peches aux attaques de *Ceratitis capitata* Wied dans la vallée du Rhône. ANn. Epiphyties/INRA N°3.: 357 – 372.
- HARRIS D. J., 1984.** Laboratory studies on court ships and meeting in the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied), Thesis.Uni. Manchester. 230p.
- HENDRICH S. J., 1990.** Mediterranean fruit fly (Diptera, Trypetidae) in nature: location and diel pattern of feedings and other activities on fruiting and non fruiting hosts and non hosts. Ann. Entomol. Soc. America 83 (3), 632-641.
- KRAINAICKER D.A., CAREY J.R. & VARGAS R.I., 1987.** Effect of larval host on life history traits of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. Ecologia.Springer-Verlag. Vol. 73: 583 – 590.
- LEKCHIRI A. 1982.** La cératite au Maroc. CEC/IOBC Symposium Athènes Ed. R. Cavallero: 571-574.
- LIQUIDO N.J., SHINODA L.& CUNNINGHAM R.T., 1991.** Host plants of the mediterranean fruit fly (Diptera : Tephritidae). An Annotated World Review, Misc. Publication 77, Ent. Soc. America.
- NUNEZ. B.L., 1987.** Laa moska del mediterreo. CA: Informa (Enera. Febrero-maio) : 9 – 17.
- OUKIL S., 1995.** Effet des insecticides et des radiations ionisantes en relation avec la variabilité de *Ceratitis capitata* (Diptera : Trypetidae).Thèse 3^{ème} cycle. Univ. Aix. Marseille III. Fac. Sci. Tech. St Jérôme. 138p.
- OUKIL S., BUES R., TOUBON J.F. & QUILICI S., 2002.** Allozyme polymorphism in populations of *Ceratitis capitata* from Algéria, the northwestern Mediterranean coast and Reunion Island. *Fruit* 57, 183-191.
- SHOUKRY et HAFEZ M., 1979.** Studies on the biology of the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Ent. Exp. Appl. N° 26 : 33-39.
- WHARTON R.A., TROSTIE M.K., MESSING R.H., COPELAND R.S., KIMANI-NJOGU S.W. & SIVINSKI J., 2000.** Parasitoids of medfly, *Ceratitis capitata*, and related tephritids in Kenyan coffee: a predominantly Koinobiont assemblage. Bull. Entomol. Reseach. Volume 90, Number 6. 517-526.

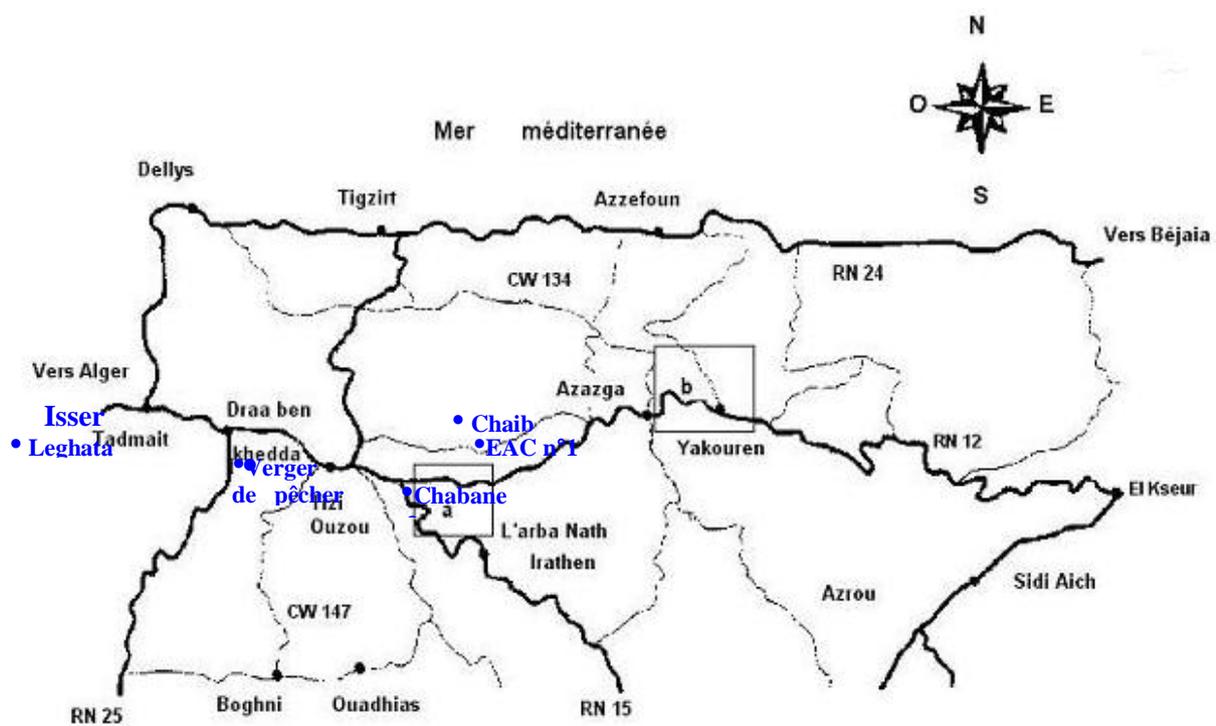


Figure 1. Situation des vergers d'étude