

Evaluation of integrated control based on the Cera Trap® and Moskisan® mass trapping system against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on citrus fruits in Tunisian oases

Evaluation de la lutte intégrée basée sur le système de piégeage de masse Cera Trap® et Moskisan® contre *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) sur agrumes dans les oasis Tunisiennes

S. BEN CHAABAN¹, K. MAHJOUBI¹, S. BEN MAACHIA¹, N. NASR²

¹ Regional Research Centre of Oasis Agriculture, Degache, Tunisia

² FAO - Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord

*Corresponding author: samah_bchaaban@yahoo.fr

Abstract – In this work, we evaluate the mass trapping technique based on the use of Moskisan® and Cera Trap® traps for the control of Mediterranean fruit fly on two citrus varieties Clementine and Thomson in two oasis: "oasis Gafsa" and "oasis" Midès ".

The two mass trapping techniques Cera Trap® et Moskisan® showed good performance to combat Mediterranean fruit fly in Gafsa oasis and Midès oasis. Concerning adult males Medfly captures, reductions of 43.9% and 23.5% respectively at the Gafsa oasis and the Midès oasis. Results indicated significant differences in fruit damage percentages between the two tested methods and the control. At the oasis Midès, at harvest the percentage of fruit damage of Clementine is 8% in the treated plot while it reached 30% in the control plot. While for the Thomson variety the damage at the treated plot and the control plot were respectively 1.5 and 23%. In Gafsa, the damage to the harvest was of the order of 6% of fruit stung for the Clementine against 25% in the control plot. Regarding the Thomson variety, Moskisan® traps reduced attacks by 18 to 3.5%. Thus, results obtained from this study showed that the mass trapping technique based on the use of Moskisan® and Cera Trap® traps could be involved as an appropriate strategy for the control of the Medfly in Tunisian oases.

Keywords: *Ceratitis capitata*, Cera Trap®, Moskisan®, Citrus, oasis, Tunisia

Résumé - Le présent travail a pour but d'évaluer l'efficacité de la technique de piégeage de masse moyennant des pièges Cera Trap® et Moskisan® pour le contrôle de la cératite sur deux variétés d'agrumes une variété de clémentinier et une variété d'oranger (la variété Thomson), dans deux oasis : "oasis Gafsa" et "oasis Midès".

Les pièges de type Cera Trap® et Moskisan® appliqués sur agrumes ont démontré de bonnes performances dans la réduction des dégâts causés par la mouche méditerranéenne des fruits. En effet, les mâles adultes capturés dans les parcelles traitées ont montré des réductions par rapport aux parcelles témoins de 43,9% et 23,5% respectivement au niveau de l'oasis Gafsa et de l'oasis de Midès. Au niveau de l'oasis Midès, à la récolte le pourcentage de dommages aux fruits de clémentinier est de 8% dans la parcelle traitée alors qu'il a atteint les 30% dans la parcelle témoin. Tandis que pour la variété Thomson les dégâts au niveau de la parcelle traitée et la parcelle témoin étaient respectivement de 1,5 et 23%. A Gafsa, les dégâts à la récolte ont été de l'ordre de 6% de fruits piqués pour clémentinier contre 25% dans la parcelle témoin. Concernant la variété Thomson les pièges Moskisan® ont réduit les attaques de 18 à 3,5%.

Les résultats sont globalement promoteurs. L'adoption d'une stratégie de lutte intégrée contre la mouche méditerranéenne dans les oasis Tunisiennes combinant le piégeage en masse, lutte culturale et la pulvérisation par des bio pesticides conduira certainement à la baisse des taux d'infestation de l'arboriculture fruitière par la cératite.



Mots clés : *Ceratitis capitata*, Cera Trap®, Moskisan®, agrume, oasis, Tunisie

1. Introduction

Les oasis traditionnelles en Tunisie sont caractérisées par un système de culture en trois étages : étage supérieur du palmier dattier, étage intermédiaire constitué par les arbres fruitiers et un étage inférieur constitué par les cultures fourragères et maraichères. L'arboriculture présente des dizaines de variétés de diverses espèces : vigne, figuier, Grenadier, pommier, pêcher, abricotier et des agrumes. Ces variétés sont locales et résultent d'un long processus de sélection et ont été certainement adaptées aux types de sol et de climat et à la qualité des eaux (Sghaier 2010). L'arboriculture fruitière est soumise à une forte pression des ravageurs nuisibles. Parmi les déprédateurs les plus redoutables en oasis on considère la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*. Cette espèce est caractérisée par son extrême polyphagie en attaquant plus de 360 espèces hôtes (Liquidó et al. 1991). D'ailleurs sur tout le territoire tunisien, la cératite est le ravageur le plus important économiquement sur plusieurs espèces fruitières (Boulahia-Kheder and Jerraya 2009). Ce déprédateur se multiplie sur presque toutes les variétés d'agrumes (Mediouni- Ben Jemâa et al. 2010) puis de passer sur fruits d'été en particulier sur pêches et figues qui sont des hôtes clés, sans pour autant négliger d'autres espèces pas vraiment cultivées telles que le figuier de Barbarie, qui en raison de sa large répartition géographique en Tunisie permet à la cératite de trouver quasi sans interruption une plante hôte disponible pour la ponte (Jerraya 2003). La cératite affecte la production des fruits par des dommages provoqués par les piqûres des femelles sur les fruits qui entraînent leurs pourritures induisant leur chute. Les préjudices causés sont très sévères notamment pour les fruits pouvant atteindre 90% en absence d'intervention (Jerraya 2003). Dans la région du Maghreb (Libye, Tunisie, Algérie et Maroc), la mouche méditerranéenne des fruits cause des pertes de production de fruits estimées à dix millions de dollars par an (Knight 2001).

En Tunisie, pour minimiser au maximum les dégâts occasionnés par ce ravageur, il y a eu recours principalement à la lutte chimique par l'utilisation des insecticides organophosphorés notamment le malathion en raison de son coût peu cher (Boulahia-Kheder et al. 2012 ; Bachrouch 2003 ; Gahbiche 1993). Mais la protection chimique par les organophosphorés ne donne plus satisfaction, non seulement par rapport à la durabilité des agro-écosystèmes, mais aussi à cause de son efficacité toujours plus limitée par la manifestation de résistances des ravageurs (Magaña et al. 2007 ; Magaña et al. 2008), des toxicités aux auxiliaires et aux insectes non cibles (Hoelmer and Dahlsten 1993 ; Lysandrou 2009 ; Gary and Mussen 1984), par l'apparition de graves déséquilibres dans le milieu (Daane et al. 1990) et surtout les préjudices à la santé humaine (Braham et al. 2007 ; Flessel et al. 2015 ; Jerraya 2003 ; Marty et al. 1994). Ainsi, la mise au point de nouvelles techniques de lutte contre *C. capitata*, plus respectueuses de l'environnement et de la santé humaine est devenue une alternative obligatoire en Tunisie particulièrement dans les écosystèmes oasiens caractérisés par leurs fragilités.

La présente étude rentre parfaitement dans ce contexte, dont l'objectif vise l'évaluation de la technique de piégeage de masse moyennant des pièges Moskisan® et Cera Trap® pour le contrôle de la cératite sur agrumes dans deux oasis (oasis Gafsa et oasis Midès).

2. Matériel et Méthodes

2.1. Biotopes d'étude

2.1.1. Oasis de Midès

L'oasis de Midès fait partie de la grappe des oasis montagneuses de Tozeur à la frontière Tuniso-Algérienne. Elle couvre une superficie de 29 ha. L'oasis de Midès est à agrumes par excellence avec un pourcentage dépassant les 50% de l'ensemble des arbres fruitiers. On rencontre le mandarinier (mandarinier arbi), l'oranger (Thomson et maltaise), le clémentinier le bigaradier ainsi que quelques citronniers. Les agrumes dans l'oasis de Midès ne subissent aucune action de lutte contre les mouches des fruits. Cette oasis est clôturée par des haies de cactus. La zone ciblée par cette étude est composée par des parcelles limitrophes couvrant une superficie de 5 ha.

2.1.2. Oasis de Gafsa

Notre biotope d'étude fait partie de l'oasis traditionnelle de Gafsa localisée dans le Sud-Ouest de la Tunisie. C'est une région à climat chaud et sec. Cette oasis se caractérise par une importante biodiversité végétale. Les caractéristiques agricoles ont permis de classer l'oasis historique de Gafsa comme oasis SIPAM à la suite de la reconnaissance officielle de la FAO. Le travail a été conduit dans une oasis

de 3 ha limitrophe à plusieurs variétés d'agrumes avec en particulier des Clémentiniers et des Thomson. Les agrumes ne subissent aucune intervention phytosanitaire pour le contrôle de la cératite.

2.2. Piégeage

Dans l'oasis de Gafsa, le dépôt des pièges de type Ceratrap® (Bioiberica, Espagne) est effectué entre le 26 août 2016 et le 25 janvier 2017. Les pièges Ceratrap® sont sous forme de bouteilles en plastique transparent avec une bande de couleur jaune tenue par 5 perforations pour faciliter l'entrée des mouches. Les pièges sont prêts à l'emploi remplis préalablement par une solution d'hydrolysate de protéines à la concentration de 5,5% jouant le rôle d'attractif alimentaire. Ces pièges ont été recommandés à la densité de 70 pièges par hectare avec une durée de vie de 3 mois selon les conditions climatiques.

Dans l'oasis de Midès, les pièges ont été installés entre le 25 août 2016 et le 10 janvier 2017. L'essai de piégeage en masse est effectué en installant 50 pièges de type Moskisan® par hectare appâtés avec la formulation « biolureunipak » des attractifs alimentaires synthétiques (acétate d'ammonium, triméthylamine et putrescine) avec un disque d'insecticide (deltaméthrine) installé en dessous du couvercle.

Dans les deux biotopes d'étude, les pièges homogènement répartis ont été installés à une hauteur de 1,5 m du côté Sud-Est de l'arbre. Nous avons choisi de travailler sur une variété de clémentinier et une variété d'oranger (la variété Thomson).

2.3. Evaluation de l'efficacité du piégeage de masse

Pour évaluer l'efficacité des deux types de pièges et d'attractifs utilisés dans les oasis de Gafsa et de Midès, deux paramètres ont été adoptés : le suivi des populations adultes de *C. capitata* et le pourcentage de fruits attaqués.

Dans les deux oasis, le suivi des fluctuations des populations de la cératite a été accompli par des pièges de surveillance delta alimentés avec la para-phéromone trimedlure qui attire spécialement les mâles. Trois pièges ont été installés par hectare et avec comptage des mâles capturés chaque semaine. Dans une parcelle témoin étant distante de 500 m de la parcelle traitée afin d'éviter l'interférence entre les deux parcelles, trois pièges delta ont été également placés.

L'évaluation du taux de fruits piqués a été appréciée à la récolte. Dans chaque parcelle sélectionnée (témoin et traitée), dix arbres de clémentinier ainsi que dix arbres de la variété Thomson ont été choisis et 10 fruits de chaque orientation (Est, Ouest, Nord et Sud) ont été examinés. Le taux de fruits piqués a été calculé comme étant le nombre de fruits avec au moins une piqûre par rapport à l'ensemble des fruits examinés par arbre (Hafsi et al. 2015).

2.4. Analyses statistiques

Dans l'oasis de Gafsa et l'oasis de Midès, le taux de réduction de la population de *C. capitata* a été calculé en utilisant la formule modifiée d'Abbott (1925) ou $TR = [C-T/C] \times 100$, où TR= le taux de réduction de la population de *C. capitata*, T = le taux de *C. capitata* capturés dans la parcelle non traitée ; C= le taux de *C. capitata* capturés dans la parcelle traitée.

Les moyennes d'adultes capturés (mouches/piège/semaine) et les taux de fruits attaqués ont été soumis à une analyse de la variance en utilisant le programme SPSS.

3. Résultats et Discussion

3.1. Oasis de Midès

Le suivi de la dynamique de vols de la mouche méditerranéenne des fruits dans l'oasis de Midès par le biais des pièges delta appâtés par la trimedlure a permis de relever les fluctuations des populations dans les parcelles traitées par les pièges Moskisan® et témoin et d'évaluer l'efficacité de la technique du piégeage en masse. Les captures d'adultes de *C. capitata* (Figure 1) ont commencé à la fin du mois d'août. Les captures enregistrées une semaine suite à l'installation des pièges étaient en moyenne de 371 mâles/piège au niveau de la parcelle traitée contre 159 mâles/piège au niveau de la parcelle témoin. La présence avancée des adultes vers la troisième semaine du mois d'août est liée à la migration des mouches en provenance d'autres espèces déjà attaquées tels que les pêchers et figuiers vu la richesse de l'oasis traditionnelle de Midès en ces espèces arboricoles, sans négliger le rôle du cactus qui constitue une source d'infestation par la cératite.

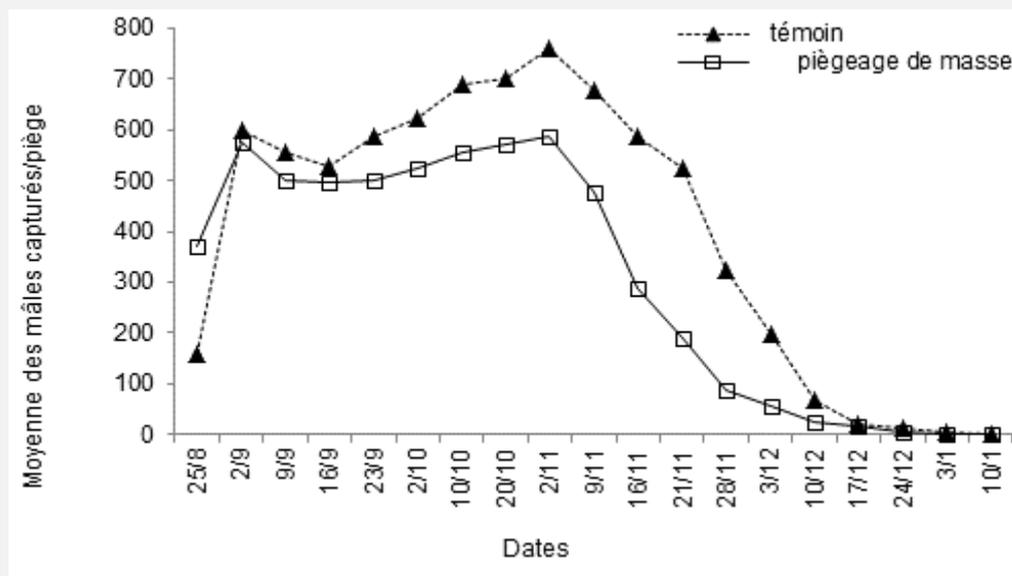


Figure 1. Evolution des captures de *Ceratitit capitata* dans l'oasis de Midès.

Après un déclin des effectifs des populations au cours de la deuxième semaine de septembre suite probablement aux fortes précipitations enregistrées, on assiste de nouveau à une reprise de l'augmentation des densités du ravageur. Cette relance est favorisée par la véraison des fruits et des conditions climatiques. L'effectif des mouches capturées s'élève progressivement durant les mois de septembre, octobre et novembre.

Les captures se sont accrues très rapidement durant les mois d'octobre et de novembre pour atteindre une moyenne 759 et de 589 individus/piège/semaine respectivement pour la parcelle témoin et la parcelle traitée au cours de la première semaine du mois de novembre.

Le début de maturation des fruits enregistré dès la première semaine du mois de novembre avec un changement de la coloration des fruits, la pleine maturation des fruits ont eu lieu vers la fin du mois de novembre. A la récolte (28 novembre 2016), le nombre de mouche/piège/semaine a été de 486 pour la parcelle témoin contre uniquement 120 pour la parcelle traitée au Moskisan® ce qui a permis une réduction de 75,3% des populations de cératite dans la parcelle traitée. Ensuite, les effectifs capturés diminuent progressivement pour s'annuler ou devenir faibles pendant l'hiver. L'efficacité de ce système de piégeage est évaluée par l'estimation du taux de réduction (TR%) durant toute la saison de suivi. En effet, le pourcentage de réduction de *C. capitata* est de 23,5%. Donc le piégeage de masse est capable de réduire la population de la parcelle traitée par rapport à la parcelle témoin malgré que la différence statistique n'est pas significative ($F=1,2$, $P=0.27>0.05$) entre les densités des populations pour les parcelles Moskisan® et témoin.

Le traitement appliqué (Figure 2) a eu pour résultat un taux de piqûre significativement inférieur à celui du témoin, et ceci pour la variété Thomson ($F=79,7$, $P=0.000<0.05$) et le clémentinier ($F=190,2$, $P=0.000<0.05$).

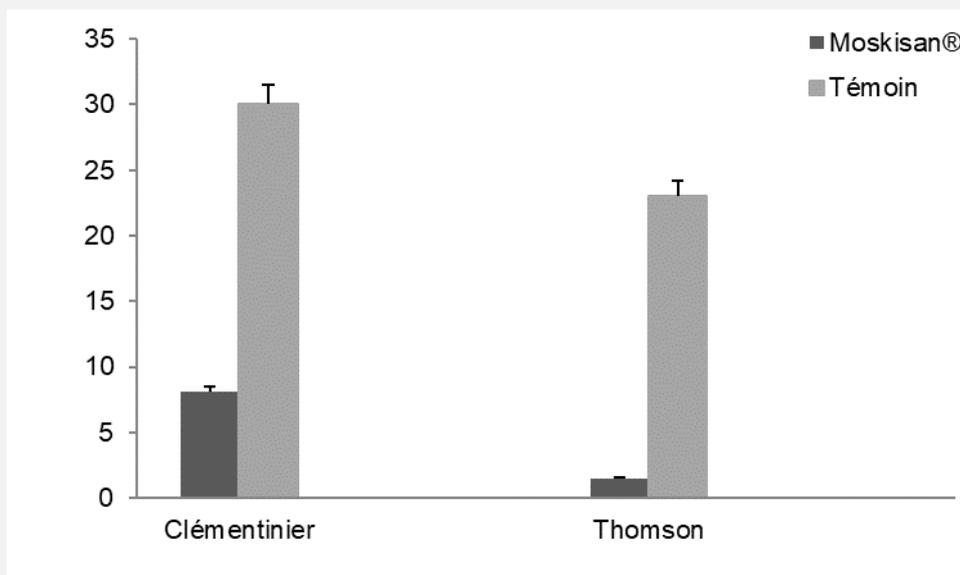


Figure 2. Taux de fruits piqués par *C. capitata* des variétés Thomson et Clémentinier dans l'oasis de Midès

3.2. Oasis de Gafsa

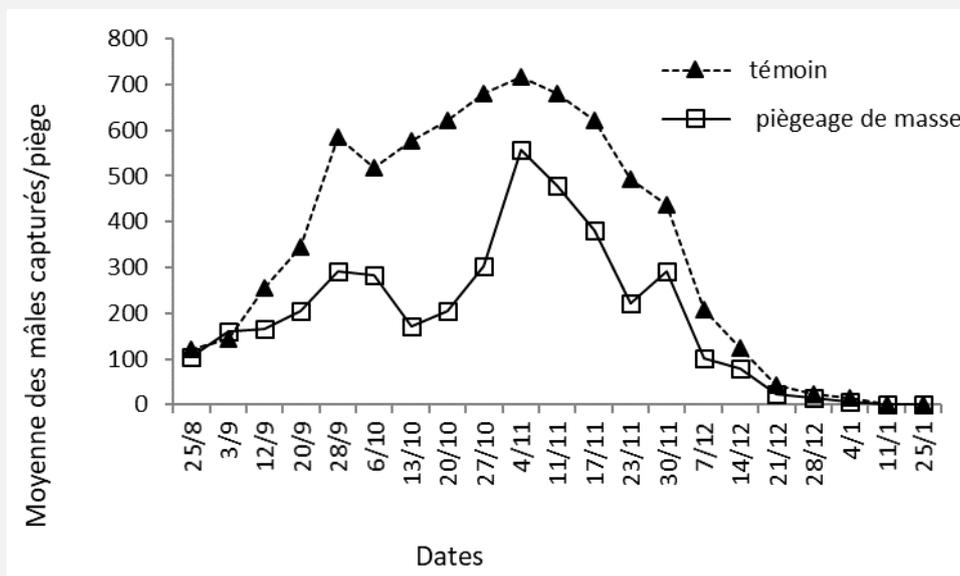


Figure 3. Evolution des captures de *Ceratitidis capitata* dans l'oasis de Gafsa

Le dénombrement des mouches capturées par les pièges delta a permis de suivre l'évolution de la dynamique des populations de l'insecte tout au long de la période d'étude dans la parcelle traitée par les pièges Ceratrap® et la parcelle témoin (Figure 3) Il ressort des résultats obtenus, que les premières captures enregistrées ont eu lieu dès l'installation des pièges. Durant toute la période de suivi, le niveau de la population de la cératite est très élevé dans la parcelle témoin par rapport à celui enregistré dans la parcelle traitée. La comparaison entre les moyennes des mâles capturés (ANOVA), rejette l'hypothèse de leur égalité ($F=5.06$, $P=0.03 < 0.05$), la différence est significative. Le maximum de captures est enregistré au début du mois de novembre, avec 717 individus dans la parcelle témoin contre 556 individus dans la parcelle traitée par les pièges Ceratrap®. Dès la première semaine du mois de janvier, on note des captures très minimales de l'insecte.

Cet essai de piégeage de masse a permis une réduction notable des populations de la mouche méditerranéenne estimé à 43,9%. A la récolte (Figure 4), en comparaison avec le témoin, les dégâts enregistrés dans la parcelle traitée sont significativement inférieurs à ceux du témoin, et ceci pour la variété Thomson ($F=66,98$, $P=0.000<0.05$) et le clémentinier ($F=310,6$, $P=0.000<0.05$).

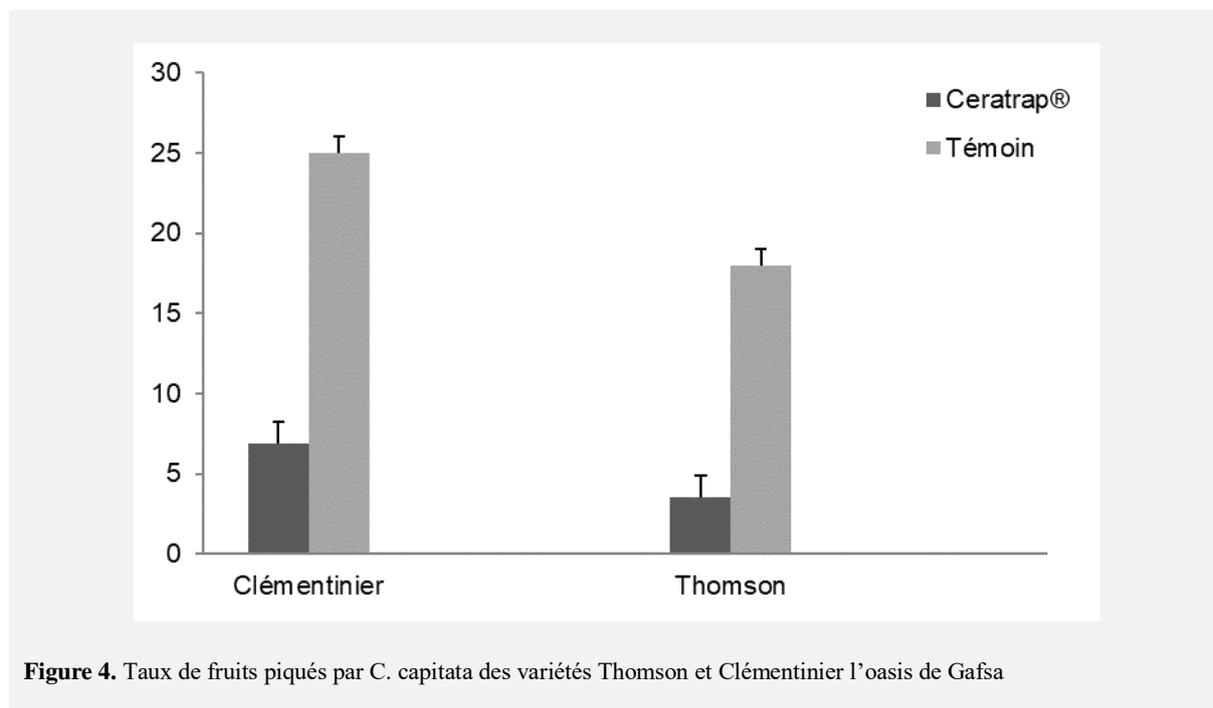


Figure 4. Taux de fruits piqués par *C. capitata* des variétés Thomson et Clémentinier l'oasis de Gafsa

La mouche méditerranéenne des fruits s'attaque à un grand nombre d'espèces fruitières dont la production s'étale sur toute l'année (Mazih 1992) et cause ainsi des dégâts considérables qui peuvent aller jusqu'à la destruction totale de la production. Dans les oasis Tunisiennes, la biologie ainsi que l'écologie de ce ravageur demeurent peu connues et peu d'études antérieures ont présenté des essais de lutte contre ce déprédateur.

Dans la présente étude, les pièges Moskisan® et Ceratrap® ont été installés respectivement dans les oasis de Midès et de Gafsa au cours de la dernière semaine de mois d'août, on note que dès la première semaine de l'installation des pièges, des captures ont été enregistrées. Ces captures correspondent probablement aux individus des générations qui se sont développées sur les différents fruits tardifs d'été. En effet, la multitude d'espèces arboricoles dans les oasis traditionnelles caractérisées par une maturité chevauchante de leurs fruits assurant ainsi le maintien des populations de *C. capitata* durant toute l'année. Notamment avec la présence du cactus dans l'oasis de Midès, plante favorisant le développement de la mouche des fruits tout au long de l'année (Cayol 1996 ; Jerraya 2003). Au niveau des vergers caractérisés par la richesse en plantes hôtes, *C. capitata* se déplace d'une espèce arboricole à l'autre suivant la disponibilité de fruits hôtes réceptifs (Gómez Clemente and Planes 1952). L'existence des espèces arboricoles à maturité tardive semble offrir aux insectes un refuge enfin de la saison (Martínez-Ferrer et al. 2010).

Subséquentement, les agrumes dans les deux oasis constituent une source de nourriture et un support de ponte pour cette génération. La forte pullulation du ravageur est accentuée par les conditions climatiques favorables pour sa reproduction, notamment les températures relativement élevées et la rareté de précipitations durant l'année, et précisément durant la période qui coïncide avec la maturation des agrumes. Ces dernières années, sous l'effet du changement climatique, notamment la saison automnale, qui est devenue chaude et sèche, la cératite a gagné de l'espace et ses dégâts ont atteints des niveaux alarmants (Laamari and Talbi 2015).

Dès le début de l'hiver dans les deux oasis, les captures de la mouche chutent. Ceci pourrait être expliqué par plusieurs paramètres environnementaux qui peuvent contribuer d'une manière directe ou indirecte à la baisse du niveau de la population imaginaire de *C. capitata* dont la température est le facteur le plus important (Vayssières et al. 2009 ; Martínez-Ferrer et al. 2010 ; Abdelli 1996; Delrio 1985). D'après Bodenheimer (1951), les limites supérieures et inférieures au développement de la cératite sont respectivement de 35 et 9°C.

Cette étude a permis de conclure que la variété Thomson est légèrement plus attaquée que le Clémentinier quel que soit le biotope. Selon Bodenheimer (1951) et Debouzie (1980), l'hôte influe considérablement sur l'épidémiologie de la cératite. Fellah (1996), a montré qu'en Tunisie les taux d'infestations des agrumes varient d'une espèce à l'autre et d'une variété à l'autre. Les Clémentiniers ont une peau très mince, ainsi la ponte se fait directement dans la pulpe. Les Oranges "Navel" sont infestés à l'approche de la maturité. Les Tangerines, elles, sont faiblement infestées. Pour les Oranges "Thomson", le taux maximal élevé des piqûres stériles montre une grande réceptivité de cette variété due à la structure de l'écorce très lisse et relativement fine. Alors que pour les variétés "Maltaise" et "Double fine" qui mûrissent en même temps, les piqûres stériles diminuent dans le temps indiquant une inhibition de la ponte et un changement de l'hôte. Des études antérieures ont montré que cette différence de sensibilité est en relation avec la différence existante dans les valeurs nutritives des plantes hôtes (Ekesi et al. 2007). L'épaisseur de l'épiderme influe aussi l'attaque des mouches, dont le plus épais gène le développement larvaire des insectes ravageurs (Loussert 1987).

Les deux types de pièges Ceratrap® et Moskisan® utilisés dans les oasis de Midès et de Gafsa ont permis d'abaisser les effectifs de la mouche, avec toutefois, un avantage en faveur des pièges Ceratrap®. En Tunisie, multiples tentatives prometteuses de lutte contre la cératite, via les techniques de piégeage en masse ont été essayées (Braham 2007 ; Mediouni-Ben Jemâa et al. 2010 ; Hafsi et al. 2015 ; Tlemsani and Boulahia-Kheder 2015). L'étude menée par Hafsi et al. (2015) pour tester l'efficacité des pièges Ceratrap® dans différents vergers agrumicoles situés dans trois régions de Tunisie, a montré que ce type de piège est efficace pour maintenir le niveau de la population adulte de *C. capitata* à un niveau faible (au-dessous du seuil économique) et dans la réduction du taux d'infestation des fruits de Maltaise et de Thomson navel à un niveau acceptable par les agriculteurs sous différents modes de conduite; biologique, conventionnel et IPM. La densité de 70 pièges Ceratrap® par hectare est capable de contrôler les populations à fortes densités dans les vergers agrumicoles en Espagne (Alemany et al. 2004; Lesa and Cruz, 2014). Le succès de cette modalité a été enregistré dans d'autres vergers agrumicoles (McQuate et al. 2005 ; Leza et al. 2008).

En plus de l'efficacité du piégeage de masse dans la gestion des populations de *C. capitata* et dans la réduction du taux de fruits piqués, il a été montré dans des études précédentes que les pièges Ceratrap® sont faiblement toxiques pour la faune auxiliaire utile dans les vergers d'agrumes en Tunisie (Hafsi et al. 2015 ; Boulahia-Kheder et al. 2012). En plus de leur efficacité contre *C. capitata*, le piège CeraTrap® est moins cher que les autres alternatives et peut être utilisé pour une durée de 90 jours (El Arabi et al. 2010).

Ce résultat est très encourageant d'autant que les pièges Moskisan® semblent être dépourvus d'effets secondaires sur les auxiliaires ; ils sont avérés sélectifs vis-à-vis des arthropodes non cibles. En effet, Aouadi (2010) et Boulahia Kheder et Trabelsi (2010) également utilisant les pièges Moskisan appâtés par ces mêmes attractifs, avaient trouvés des pourcentages d'arthropodes non cibles faibles.

Toutefois, reste à préciser qu'on a noté que les pièges Moskisan® exhibent plus d'efficacité vis-à-vis des conditions climatiques rigoureuses vu le dessèchement rapide du liquide contenu dans les pièges CeraTrap® à cause des hautes températures caractérisant les oasis.

4. Conclusion

Devant le vouloir continu d'obtenir des produits agricoles indemnes des résidus de pesticides et de haute qualité et de préserver l'écosystème oasien déjà fragilisé par une multitude de contraintes, le recours à la lutte intégrée devient de plus en plus une exigence. La stratégie de lutte intégrée contre la mouche de fruit moyennant les pièges tels que Moskisan® ou CeraTrap® effectués dans les oasis de Gafsa et à Midès a donné des résultats globalement satisfaisants. Les deux essais ont eu l'engouement des agriculteurs.

Le choix d'une stratégie de lutte intégrée combinant le piégeage en masse, la lutte culturale et l'utilisation des bio pesticides de façon continue conduit à la baisse des taux d'infestation des agrumes par la cératite (Trabelsi et al. 2011 ; Boulehia-Kheder et al. 2012).

Acknowledgments

Nous remercions les agriculteurs de l'oasis de Gafsa et de l'oasis de Midès qui ont accueilli ces travaux dans leurs vergers ainsi que Mr Hatem Zitouni président de l'association de sauvegarde de Médina de Gafsa et Mr Ayoub Ben Ali manager de l'association Appui aux Initiatives de Développement pour leur

soutien. Les travaux mentionnés ont été financé par le FAO - Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord et l'association Appui aux Initiatives de Développement.

5. Références

- Abbott WS (1925)** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J Ecol Entomol* **18**: 265-267
- Aouadi N (2010)** Etude de quelques paramètres biologiques de la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Mémoire de Master. Spécialité Santé des Plantes. Mémoire de mastère de recherche en sciences agronomiques, INAT, Université de Carthage
- Alemany A, Alonso D, Miranda MA (2004)** Evaluation of improved Mediterranean fruit fly attractants and retention systems in the Balearic Islands (Spain). *Proc 6th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*, May 6-10 2004, Stellenbosch, South Africa, pp 355-359
- Bachrouch O (2003)** Lutte biologique contre la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera : Tephritidae) par le biais de bio-pesticides. Mémoire de mastère de recherche en sciences agronomiques, INAT, Université de Carthage
- Braham M, Pasqualini E, Neira N (2007)** Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in Citrus orchards. *Bull Insectol* **60**: 39-47
- Bodenheimer FS (1951)** Citrus entomology in the Middle East. Junk, The Netherlands, 663pp
- Boulahia Kheder S, Jerraya A (2009)** Premiers résultats sur la capture de masse en tant que moyen alternatif de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) en Tunisie. *Ann INRAT* **82**: 168-180
- Trabelsi I, Boulahia-Kheder S (2011)** The use of mass-trapping technique in an integrated pest management program against the Mediterranean fruit fly *Ceratitiscapitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). *IOBC/WPRS Bulletin* **62**:183-188
- Boulahia Kheder S, Loussaïef F, Ben Hmidène A, Trabelsi I, Jrad F, Akkari Y, Fezzani M (2012)** Evaluation of two IPM programs based on mass-trapping against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* on citrus orchards. *Tunisian J Plant Prot* **7**: 55-68
- Cayol JP (1996)** Box thorn, key early season host of the Mediterranean fruit fly. *Int J Pest Management* **42** **4**: 325-329
- Debouzie D (1980)** Analyse au laboratoire d'un microsysteme isolé. Etude d'un fruit colonisé par la mouche méditerranéenne des fruits. *Ceratitis capitata* wied. Thèse de Doctorat d'Etat Lyon
- Delrio G (1985)** Tephritid pests in citriculture. CEC/Proc. Experts meeting. Acireale; Balkema. Rotterdam. *Integrated pest control in citrus*. Ed. Recher. CAVALORO and DIMARTINO : 135- 149.
- Ekesi S, Nderitu PW, Chang C L (2007)** Adaptation to and small-scale rearing of invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on artificial diet. *Ann Entomol Soc Am* **100** : 562- 567.
- El Arabi S, Miloudi M, Marin C, Sierras N (2010)** CeraTrap, a mass trappingsystem for the control of the Mediterranean fruitfly *Ceratitiscapitata* in Citrus fruit crop. *Integrated control in citrus fruit crops*. *IOBC/wprs Bull* **62**: 207-212
- Flessel P P, Quintana J E, Hooper K (1993)** Genetic toxicity of malathion. *Environ Mol Mutagen* **22** : 7-17
- Fellah H (1996)** Contribution à l'étude de la bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *ceratitis capitata* Weidemann (Diptera : Tephritidae) sur fruits d'été. Mémoire de fin d'études de cycle de spécialisation, INAT, Université de Carthage
- Gahbiche H (1993)** Contribution à l'étude de la bioécologie de la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitiscapitata* Wiedmann 1829 (Diptera: Tephritidae) dans deux biotopes du nord de la Tunisie. Mémoire de fin d'études de cycle de spécialisation, INAT, Université de Carthage
- Gary NE, Mussen EC (1984)** Impact of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on honeybees. *Environ Entomol* **13** : 711-717
- GÓMEZ CLEMENTE F, PLANES S (1952)** Algunas notas sobre la ecología de *Ceratitis capitata* en el Levante español sobre naranjos. *Bol Pat Veg Ent Agr* **19**: 37-48
- Hafsi A, Harbi A, Rahmouni R, Chermiti B (2015)** Evaluation of the efficiency of mass trapping of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisian citrus orchards using two types of traps: Ceratrap® and Tripack®. *ISHS Acta Hort*: 1049-1056
- Hafsi A, Abbes K, Harbi A, Duyck P F, Chermiti B (2015)** Attract-and-kill systems efficiency against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and effects on non-target insects in peach orchards. *J appl entomol*. 1-9.

- Hoelmer K A, Dahlsten D L (1993)** Effect of malathion bait spray on Aleyrodesspiraeoides (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in northern California. *Environ Entomol* 22 : 49-56
- Jerraya A (2003)** Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Ed Climat Pub, 398 pp
- Knight D J (2001)** Cost/Benefit Economic Analysis of SIT for COntrolling medfly in the Capbon area, Document C3-TUN/5/020-0301. Joint FAO/IAE
- Laamari M, Talbi Y (2015)** Ceratitis capitata: une nouvelle menace pour le pommier en Algérie . *BULL OEPP/EPPO* 45 (2) : 207-208
- Leza MM, Juan A, Capllonch M, Alemany A (2008) Female-biased mass trapping vs. bait application techniques against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitiscapitata* (Dipt., Tephritidae). *J Appl Entomol* 132:753-761
- Lasa R, Cruz A (2014)** Efficacy of commercial trapsand the lure CeraTrap against *Anastrepha obliqua* (Diptera:Tephritidae). *Flo Entomol* 97: 1369-1377
- Liquido NJ, Shinoda LA, Cunningham RJ (1991)** Host Plants of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitiscapitata*, to the Volatile Constituents of Nectarines. *Entomol Exper Applicata* 63: 13-26
- Lysandrou M (2009)** Fruit Flies in the Mediterranean and Arab World: How Serious a Threat Are They and How Can We Minimize Their Impact. *Arab J Plant Prot* 27: 236-9.
- Loussert R (1987)** Les agrumes, arboricultures. Ed Mkalles Mar Roukoz, Liban. Technique scientifique universitaire, 113 pp
- Magaña C, Hernandez-Crespo P, Ortego F, Castanera P (2007)** Resistance to malathion in field populations of *Ceratitiscapitata*. *J Econ Entomol* 100: 1836-1843
- Magana C, Hernandez-Crespo P, BrunBarak A, Conso-Ferrer F, Bride JM, Castanera P, Feyereisen R, Ortego F (2008)** Mechanisms of resistance to malathion in the Medfly *Ceratitiscapitata*. *Insect Biochem Mol Biol* 38: 756-762
- McQuate GT, Sylva CD, Jang EB (2005)** Mediterranean fruit fly (Dipt., Tephritidae) suppression in persimmon through bait sprays in adjacent coffee plantings. *J Appl Entomol* 129:110-117
- Martínez-Ferrer M T, Navarro C, Campos J M, Marzal C, Fibla JM, BARGUES L, Garcia-Mari F(2010)** Seasonal and annual trends in field populations of Mediterranean fruit fly, *Ceratitiscapitata*, in Mediterranean citrus groves: comparison of two geographic areas in eastern Spain. *Spanish J Agric Res* 8(3): 757-765
- Marty MA, Dawson SV, Bradman MA., Harnly ME, Dibartolomeis MJ (1994)** Assessment of exposure to malathion and malaoxon due to aerial application over urban areas of southern California. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 4: 65-81
- Mazih A (1992)** Recherches sur l'écologie de la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitiscapitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae), dans l'arganeraie de la Plaine de Souss (Maroc). Thèse de Doctorat d'Etat des Sciences Agronomiques, IAV Hassan II
- Mediouni-Ben Jemâa J, Bachrouch O, Allimi E, Dhouibi M H (2010)** Mass trapping based on the use of female food-attractant Tri-pack as alternative for the control of the Medfly *Ceratitiscapitata* in Citrus orchards in Tunisia. *Tunisian J Plant Protect* 5:71-81.
- Mediouni Ben Jemâa J, Bachrouch O, El Allimi, Dhouibi MH (2010)** Field evaluation of Mediterranean fruit fly mass trapping with Tripack® as alternative to malathion bait-spraying in citrus orchards. *Spanish J Agric Res* 8 (2): 400-408
- Sghaier M (2010)** Etude de la gouvernance des ressources naturelles dans les oasis. Cas des oasis en Tunisie Rapport Union Internationale pour la Conservation de la Nature,69 pp
- Tlemsani M , Boulahia-Kheder S(2015)** Comparison of four trapping systems for the control of the Medfly *Ceratitiscapitata*.*Tunisian J Plant Prot* 10: 131-140
- Koul O, Dhaliwal G, Cuperus GW (2004)** Integrated pest management: potential, constraints and challenges. CABI, London, UK , 343pp
- Trabelsi I, BoulahiaKheder S, Jrad F, Fezzani M (2011)** Application d'acide gibbérellique pour améliorer l'efficacité du piégeage de masse dans la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae). AFPP 9^{ème} conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier, 26 et 27 Octobre 2011
- Vayssières JF, Korie S, Ayegnon D (2009)** Correlation of fruit fly (Diptera Tephritidae) infestation of major mango cultivars in Borgou (Benin) with abiotic and biotic factors and assessment of damage. *Crop Prot* 28: 477-488.