

Dynamic populations of the cereal Cecidomyiidae: *Mayetiola destructor* Say (1817) and *Mayetiola hordei* Kieffer (1909) (Diptera; Cecidomyiidae) on barley in the region of Mograne in Zaghouan

Dynamique des populations des cécidomyies des céréales *Mayetiola destructor* Say (1817) et *Mayetiola hordei* Kieffer (1909) (Diptera ; Cecidomyiidae) sur orge dans la région de Mograne à Zaghouan

M. ELIMEM¹, C. LAHFEF^{1,2}, M. MATMATI¹, E. LIMEM-SELLEMI³, Y. MLIKI³

¹ High School of Agriculture of Mograne (ESAM), Mograne, Zaghouane, University of Tunis, Tunisia

² National Agronomy Institute of Tunis (INAT), University of Tunis. 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis 1082, Tunisia

³ General Directorate of Agricultural Protection, Ministry of Agriculture of Water Resources and Fisheries, 30, Alain Savary Street, 1002-Tunis le Belvédère, Tunisia

*Corresponding author: mohammed.elimem123@gmail.com

Abstract – Having studied the life cycle and the dynamic population of *Mayetiola destructor* Say (1817) et *Mayetiola hordei* Kieffer (1909) (Diptera; Cecidomyiidae) using two sampling methods in barley fields. Results showed that *M. destructor* is more important than *M. hordei* in the region of Mograne. Populations of the two Hessian flies appear extensively in both experimental fields particularly the adults. During this campaign, 3 adults ‘generations were able to emerge in both plots with a dominance of the females which was absolute for certain periods by causing many damages. Damages evaluation showed a percentage of attacks that reached 100% during certain periods. On the other hand, a phenomenon of parasitism was observed, and which achieved in certain cases 62% for the first experimental field and 100% for the second one which causes the Hessian fly populations’ decrease.

Keywords: Hessian fly, the barley stem gall midge, dynamic populations, barley, sex-ratio, parasitism

Résumé – Ce travail consiste à étudier le cycle de vie et la dynamique des populations de *Mayetiola destructor* Say (1817) et *Mayetiola hordei* Kieffer (1909) (Diptera ; Cecidomyiidae) moyennant deux méthodes d’échantillonnage sur parcelle d’orge. Les prospections ont montré que *M. destructor* est plus importante que *M. hordei* dans la région de Mograne. Les populations de ces deux Cécidomyies sont présentes intensivement dans les deux parcelles d’orge en particulier les adultes. Au cours de cette campagne, 3 générations d’adultes ont pu émerger dans les deux parcelles avec une dominance des femelles qui était très marquée durant certaines périodes en causant beaucoup de dommages. De même, l’évaluation des dégâts a montré un taux d’attaque qui pouvait aller jusqu’à 100% dans certains cas. De plus, un phénomène de parasitisme a été noté et qui a atteint 62% pour la première parcelle et 100% pour la deuxième ce qui était à l’origine de la régression des populations des cécidomyies.

Mots clés : Mouche de Hesse, la cécidomyie de la galle de l’orge, dynamique des populations, orge, sex-ratio, parasitisme

1. Introduction

Mayetiola destructor Say (1817) (Diptera ; Cecidomyiidae), connue sous le nom de la Mouche de Hesse, est considérée comme le plus important ravageur des céréales y compris le blé tendre et le blé dur dans les régions les plus productives du monde citant les Etats Unis, l’Asie, la Nouvelle Zélande, l’Europe et l’Afrique du Nord (Ratcliffe et Hatchett 1997). Quant à la Tunisie, elle cause des ravages sévères sur culture de blé dans le Nord du pays principalement dans les régions de Jedeida, Mateur, Goubellat, Fahs et Mejez El Beb (Ben Salah et al. 1993; Makni 1993). Cette cécidomyie préfère le blé mais elle peut



attaquer d'autres céréales comme l'orge, le triticale, le seigle, et même d'autres graminées comme l'*Agropyron* et l'*Aegilops* qui peuvent être attaqués en cas d'absence de blé (Buntin et Raymer 1989 ; Ratcliffe et Hatchett 1997).

Pour ce qui est de *M. hordei*, connue également sous le nom de mouche à galle, cette cécidomyie est spécifique à l'orge, sévit de façon très redoutable dans les pays du bassin méditerranéen (Gagné et al. 1991, Lhaloui 1995). Elle a le même cycle et les mêmes caractéristiques que *M. destructor* sauf que l'incubation des œufs nécessite 7 jours au lieu de 5 jours, les stades larvaires nécessitent en plus de 2 à 5 jours pour compléter leur développement (Lhaloui 1995), *M. hordei* construit une galle où elle fixe sa pupe alors que *M. destructor* met sa pupe sans faire de galle de manière qu'elle reste facilement décollable de la tige (Gagné et al. 1991). Les deux espèces ne sont pas inter-fertiles (Coutin et al. 1974). Les adultes de ces insectes ressemblent à des moustiques mesurant environ 4mm. Cependant, les femelles portant des œufs ont l'abdomen plus large avec un aspect rougeâtre. Ces insectes sont fragiles et grêles surtout les mâles ; ainsi qu'ils ne se nourrissent pas et ont des possibilités de vol réduites. En effet, c'est grâce au vent qu'ils assurent leur dispersion à des distances plus au moins grandes (Durand 1967 ; Belharrath 1994 ; Lhaloui 1995).

M. destructor possède trois stades larvaires. Le nombre de générations varie de 2 à 6 par an. Les larves de troisième stade (L3) de la génération estivale passent l'été en diapause collées aux chaumes de la campagne précédente. Celle-ci n'est levée qu'avec les premières pluies significatives de l'automne et la baisse des températures. Les larves se métamorphosent en pupes et au bout de dix jours, les adultes de la génération estivale émergent pendant l'automne (Durand 1967 ; Belharrath 1994 ; Lhaloui 1995).

Cet insecte cause un rabougrissement des jeunes talles infestées avec un virage vers le vert foncé en cessant de croître. Les talles attaquées à un stade plus développé subissent un raccourcissement des entre-nœuds avec une réduction significative des rendements en grain et en paille (Metcalf et al. 1962 ; Lhaloui et al. 1992 ; Hatchett 1986). Ses infestations se manifestent en forme de dépressions appelées « logettes » (Gagne et al. 1991).

2. Matériel et Méthodes

Le travail a été effectué dans une parcelle d'orge sise dans la région de Mograne à Zaghouane, d'une superficie totale d'environ 42 ha et qui appartient au domaine de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne (ESA Mograne) dans le Gouvernorat de Zaghouan à Tunisie. Le biotope expérimental est localisé sur une latitude de 36°26', une longitude de 10°05' et 156 m d'altitude par rapport au niveau de la mer. A proximité de l'orge, il existe une parcelle d'avoine de 31 ha et une autre d'olivier de 10 ha environ, le reste est entouré par des jachères non cultivées. Cette région est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 483 mm et une température moyenne annuelle de 17,6 °C.

Au niveau de cette emblavure d'orge, deux parcelles expérimentales (P1 et P2) distantes de 1 km ont été choisies au hasard dont chacune est d'une superficie de 1 ha et ont servies pour le suivi hebdomadaire des populations d'insectes depuis le 01 Février jusqu'au 10 Mai 2017. Ces deux parcelles sont semées en mi-octobre par un mélange variétal de deux variétés d'orge : Rihab et Manel.

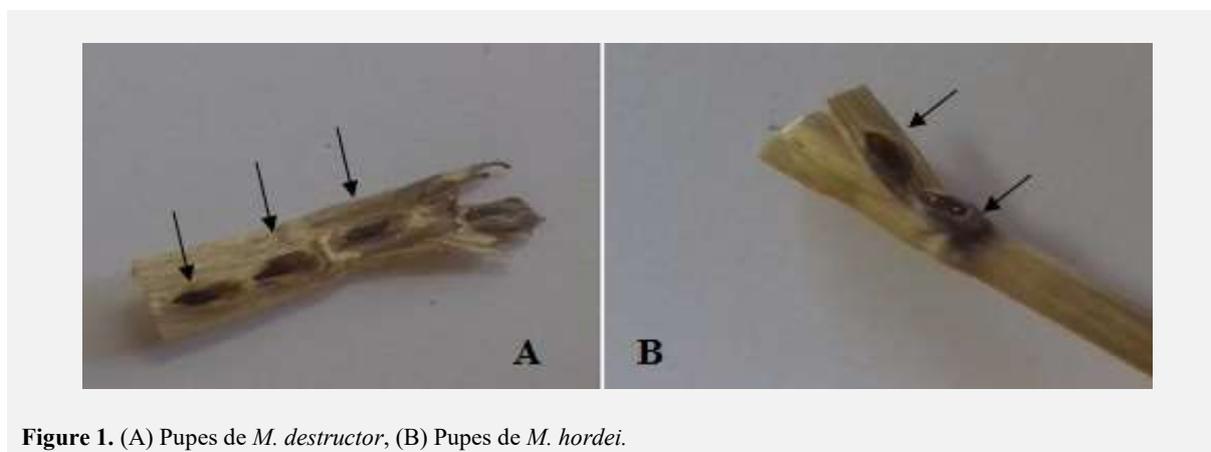
Au cours de ce suivi, deux méthodes d'échantillonnage ont été utilisées sur les deux parcelles. La première méthode consiste à prélever aléatoirement 50 plantes entières d'orge sur 5 lignes à partir de chaque parcelle expérimentale. La deuxième méthode d'échantillonnage consiste à collecter les insectes en parcourant chaque parcelle 10 fois sur 10 lignes avec des filets fauchoirs (20 sur 20 cm).

Un examen minutieux des plantes collectées a été effectué au niveau du laboratoire afin de compter et rassembler les différents insectes ravageurs et auxiliaires à l'aide d'un aspirateur à bouche sans oublier de noter ainsi le nombre de talles et les stades phénologiques du végétal et des insectes. Pour ce qui est de fauchage, les filets ont été mis dans des bassines remplies avec de l'eau pendant un séjour de quelques minutes afin de faciliter la collecte. Par la suite, les insectes obtenus par chaque méthode ont été conservés dans de l'alcool 70% dans des acrachoires afin de les identifier par la suite.

3. Résultats et discussion

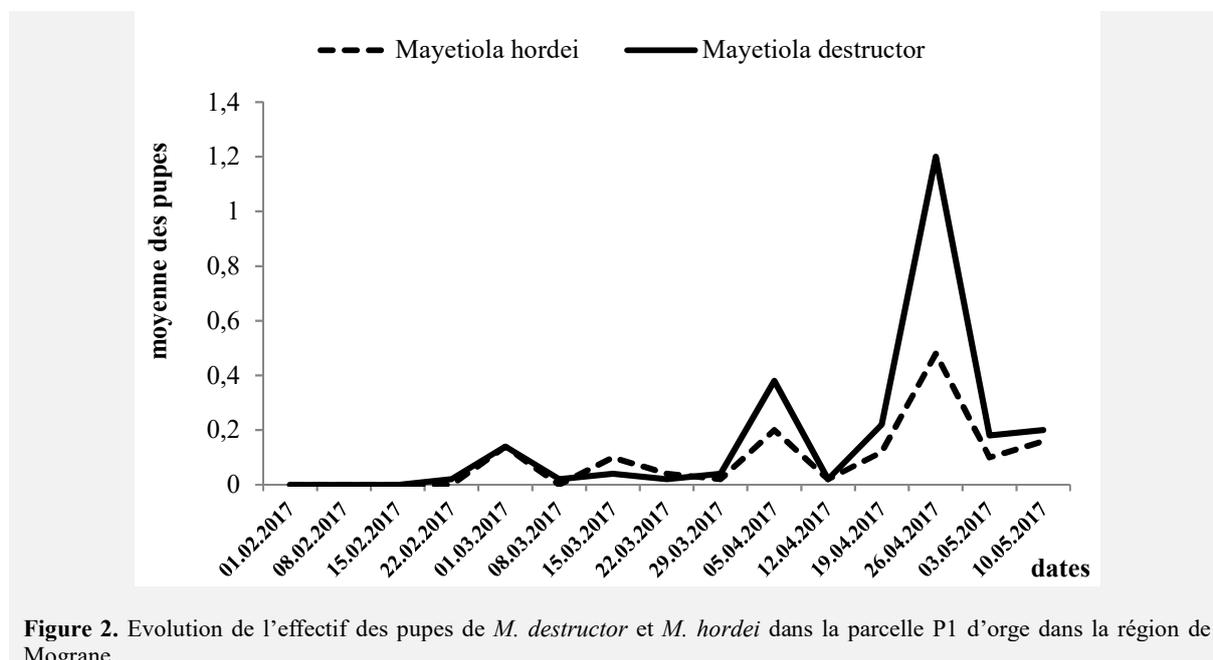
Durant cette étude, les cécidomyies ont été fréquemment rencontrées au niveau des deux parcelles. Il est à noter que deux espèces ont été identifiées ; *Mayetiola hordei* et *M. destructor*. Ces deux espèces sont très proches morphologiquement. Pour ce qui est de la distinction entre les deux, elle n'a pas été effectuée à partir des adultes étant donné que ça nécessite l'extraction des pièces génitales mâles et femelles ainsi qu'une observation microscopique de chaque individu (Gagné et al. 1991). Pour cela, on

a opté à différencier entre les deux espèces en se basant sur les différences entre les pupes de chacune qui sont différentes morphologiquement ; *M. hordei* construit une galle où elle fixe sa pupe alors que *M. destructor* met sa pupe sans faire de galle d'une manière qu'elle reste facilement décollable de la tige (Figure 1) (Gagné et al. 1991).



En effet, Jaraya (2003) indique que ces deux espèces sont présentes en Tunisie sauf que *M. destructor* colonise le blé et l'orge dans le nord en formant une logette sur les tiges alors que *M. hordei* n'attaque que l'orge dans le centre et le sud en formant des galles au niveau du collet.

En se basant sur l'effectif des pupes dénombrées, *M. destructor* apparaît plus importante que *M. hordei* au niveau des deux parcelles (Figures 2 et 3) et cela se concorde parfaitement avec les résultats de Makni et al. (2000) qui indiquent *M. destructor* est considérablement plus importante que *M. hordei* quelque soit la culture (blé ou orge).



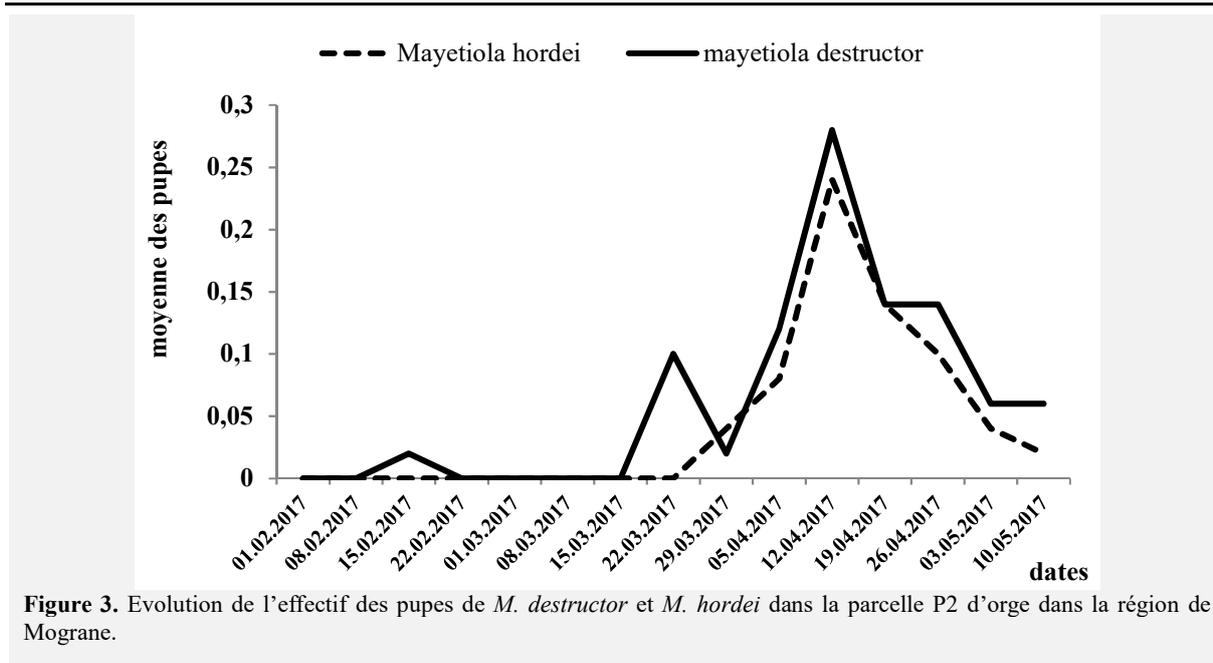


Figure 3. Evolution de l'effectif des pupes de *M. destructor* et *M. hordei* dans la parcelle P2 d'orge dans la région de Mograne.

3.1. Dynamique des populations des Cécidomyies

Le suivi des différents stades de développement (adultes, larves et pupes) des deux espèces confondues a permis de détecter l'émergence de différentes générations au sein des deux parcelles P1 et P2 ainsi que l'évolution de chaque cycle de vie.

Durant cette étude, la mouche de Hesse a été fréquemment rencontrée au niveau des deux parcelles (Figures 4 et 5). Pour ce qui est du suivi des populations des adultes et des larves, les différents stades de développement ont été observés avec des fluctuations au cours du temps.

L'évolution des adultes a été marquée par trois pics dans la parcelle P1 notés le 01 Mars, le 15 Mars et le 05 Avril 2017 correspondant à une augmentation très significative de la population suivie d'une chute sévère dans un laps de temps très court (Figure 4). De plus, la moyenne d'individus a régressé progressivement. Cependant, la courbe correspondant aux larves a subi une très légère augmentation durant la période qui s'étale entre le 01 et le 23 Mars 2017. Toutefois, il reste à signaler que l'évolution des stades larvaires au niveau des plantes prélevées durant tout le cycle est plus ou moins faible par rapport au nombre d'adultes piégés. Concernant les pupes, on note qu'elles sont présentes en synergie avec les adultes mais avec des effectifs plus faibles par rapport à ces derniers. En revanche, on note que vers la diminution des effectifs des adultes et des larves vers la fin de la période du travail, une augmentation du nombre de pupes a été observée surtout pendant la date du 26 Avril 2017 pour atteindre une moyenne de 1.68 pupes.

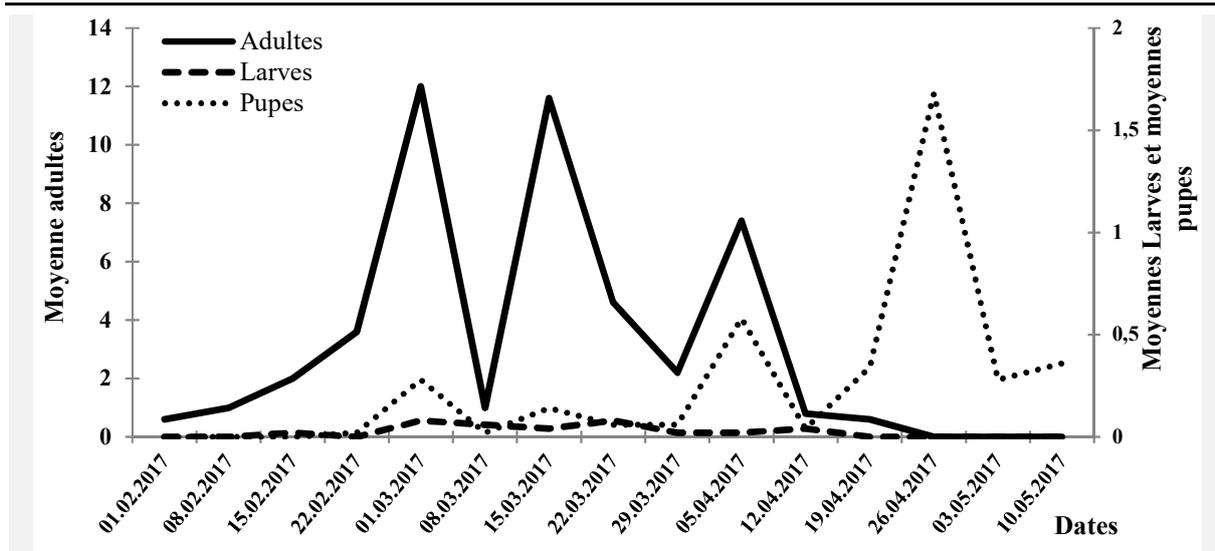


Figure 4. Evolution des effectifs des Cécidomyies dans la parcelle P1 d'orge dans la

Pour ce qui est de la deuxième parcelle P2 (Figure 5), on observe que la pullulation de la première génération est décalée approximativement de 3 semaines par rapport à la première parcelle. De plus il convient de signaler que la parcelle P2 est nettement plus attaquée que la parcelle P1 avec un maximum d'adultes piégés par le filet fauchoir qui est allé à plus de 80 adultes le 29 Mars 2017. En outre, la production des larves et des pupes durant tout le cycle est plus ou moins faible alors que les adultes sont bien présents mais avec une évolution tout à fait différente de celle de la première parcelle. De plus, la chute des populations d'adultes au niveau de cette parcelle a été également accompagnée par une augmentation de l'effectif des pupes qui tend par la suite à régresser vers la fin de la période de prospection.

Ces résultats concordent avec ce qui a été démontré par Lhaloui (1986) et Lhaloui et al. (1989) qui ont signalé des résultats similaires à ceux ayant été trouvés dans le cadre de cette étude.

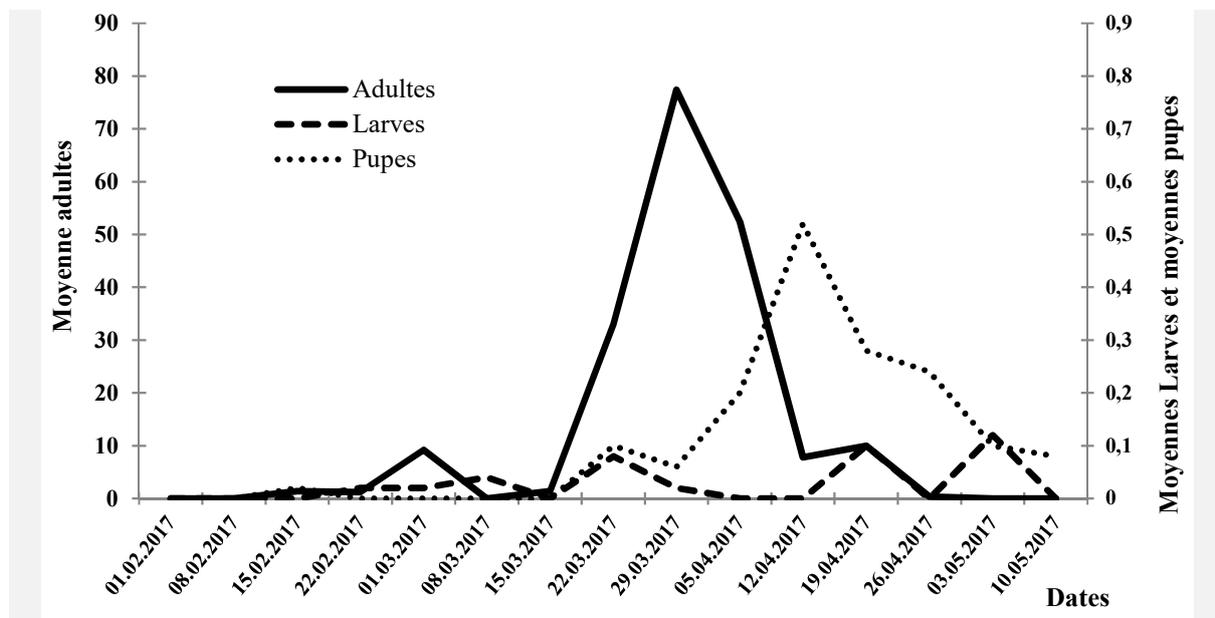


Figure 5. Evolution des effectifs des Cécidomyies dans la parcelle P2 d'orge dans la région de Mograne.

3.2. Evaluation du phénomène de parasitisme des pupes

L'examen des talles a approuvé qu'il y a un phénomène de parasitisme marqué par l'existence de pupes parasitées et l'émergence de parasitoïdes à partir des pupes conservées dans des boîtes de pétri. L'apparition des pupes parasitées rencontrées au niveau des plants prélevés a été notée le 26 Avril 2017 avec des moyennes de 0.56 et 0.24 pupes parasitées respectivement pour P1 et P2 (Figures 6 et 7). De plus, il convient à signaler que le nombre de pupes parasitées est plus élevé à P1 que P2, c'est ce qui peut expliquer en une certaine sorte les effectifs plus élevés de la mouche dans la deuxième parcelle. Dans le même contexte, la diminution du nombre de pupes dans les deux parcelles ainsi que celui des adultes peut être attribué à l'apparition du phénomène de parasitisme qui était très élevé de l'ordre de 62% à la parcelle P1 et 100% à la parcelle P2 (Figure 8). En effet, selon Jourdan (1938) et Lhhaloui (1986), il y a une dizaine de parasitoïdes qui peuvent s'attaquer à la mouche de Hesse dont les plus importants parmi eux sont *Platygaster hiemalis* Forbes (1888) (Hymenoptera ; Platygastriidae), *Polygaster minutus* (Diptera ; Tachinidae) et *Eupelmus microzonus* Forster 1860 (Hymenoptera ; Eupelmidae) mais avec des taux de parasitisme faible qui ne dépasse pas 16%, ce qui n'était pas le cas dans le cadre de ce travail.

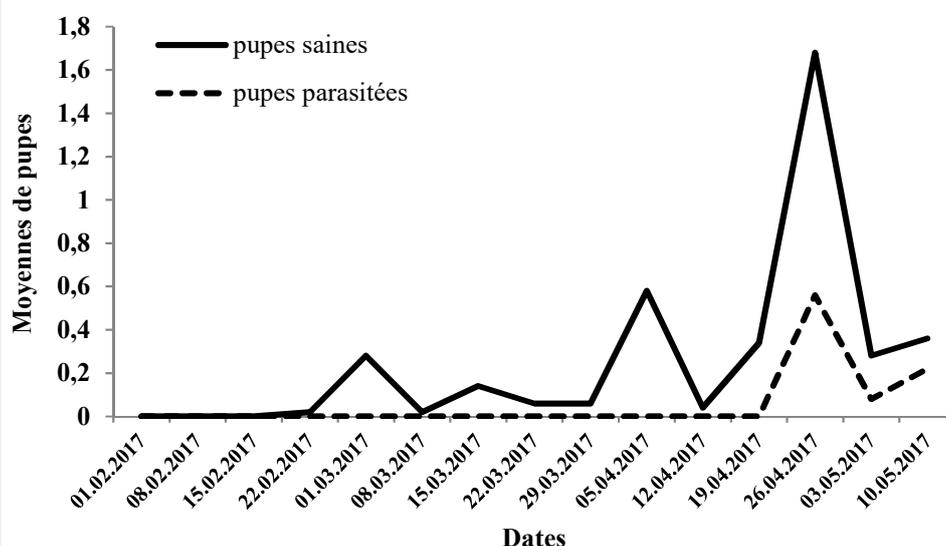


Figure 6. Evolution des effectifs des pupes saines et parasitées des Cécidomyies dans la parcelle P1 d'orge dans la région de Mognane.

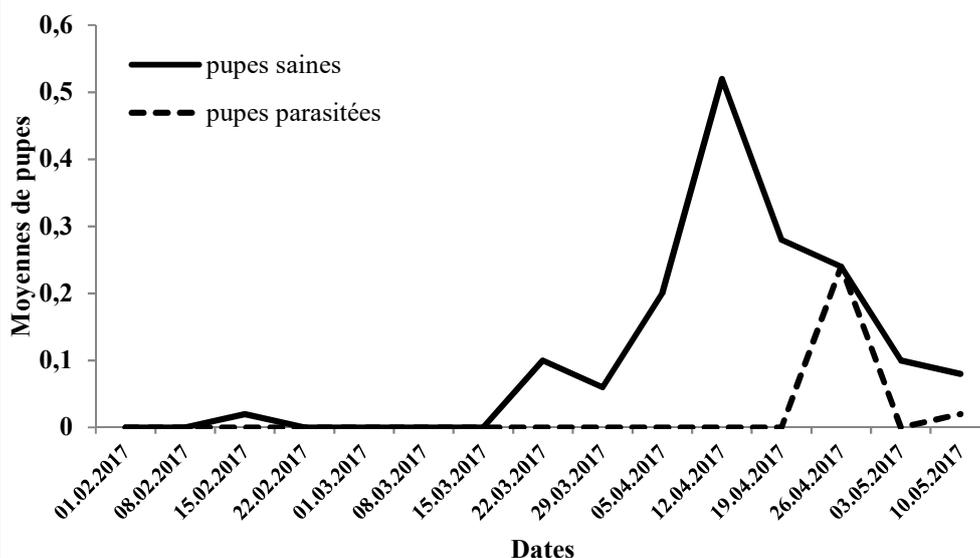


Figure 7. Evolution des effectifs des pupes saines et parasitées des Cécidomyies dans la parcelle P2 d'orge dans la région de Mognane.

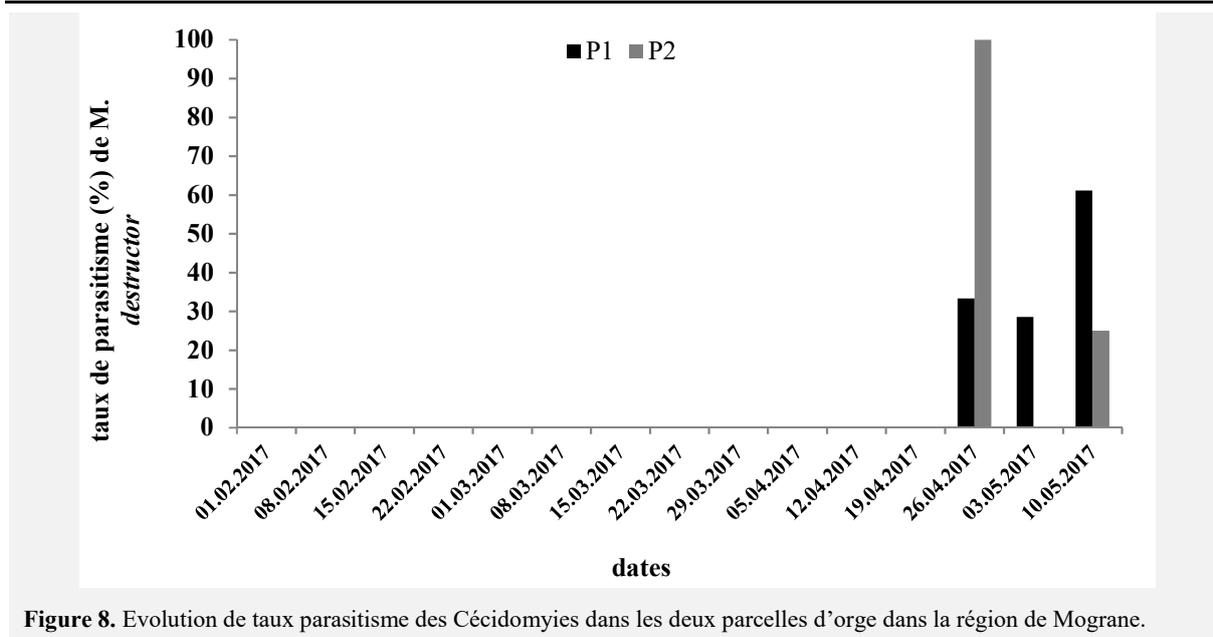


Figure 8. Evolution de taux parasitisme des Cécidomyies dans les deux parcelles d’orge dans la région de Mograne.

3.3. Evaluation de la sex-ratio des Cécidomyies

Le sexage des adultes mâles et femelles a été effectué en s’appuyant sur le dimorphisme sexuel basé sur la structure des antennes, la forme et la coloration de l’abdomen (Makni 1993). En effet, au niveau de la parcelle P1, la population était majoritairement formée par des mâles avec des taux de masculinité de l’ordre de 66.66% et de féminité de 33.33%. Par la suite, c’est plutôt les femelles qui ont dominé les populations des cécidomyies avec des taux de féminité de 81.03% le 15 Mars 2017 et 100% de femelles le 29 Mars 2017 (Figure 9) et une sex-ratio de 0.23 (Figure 11).

Comparées à P1, on trouve que les populations de la deuxième parcelle se comportent d’une manière contradictoire. En effet, les populations étaient composées au début uniquement par des femelles avec des taux de féminité de 100% (Figure 10). Ce n’est que vers le 01 Mars 2017 que les mâles ont commencé à se manifester. Par conséquent, la sex-ratio était nulle pendant le début du travail et n’a commencé à augmenter qu’avec l’apparition des mâles (Figure 11).

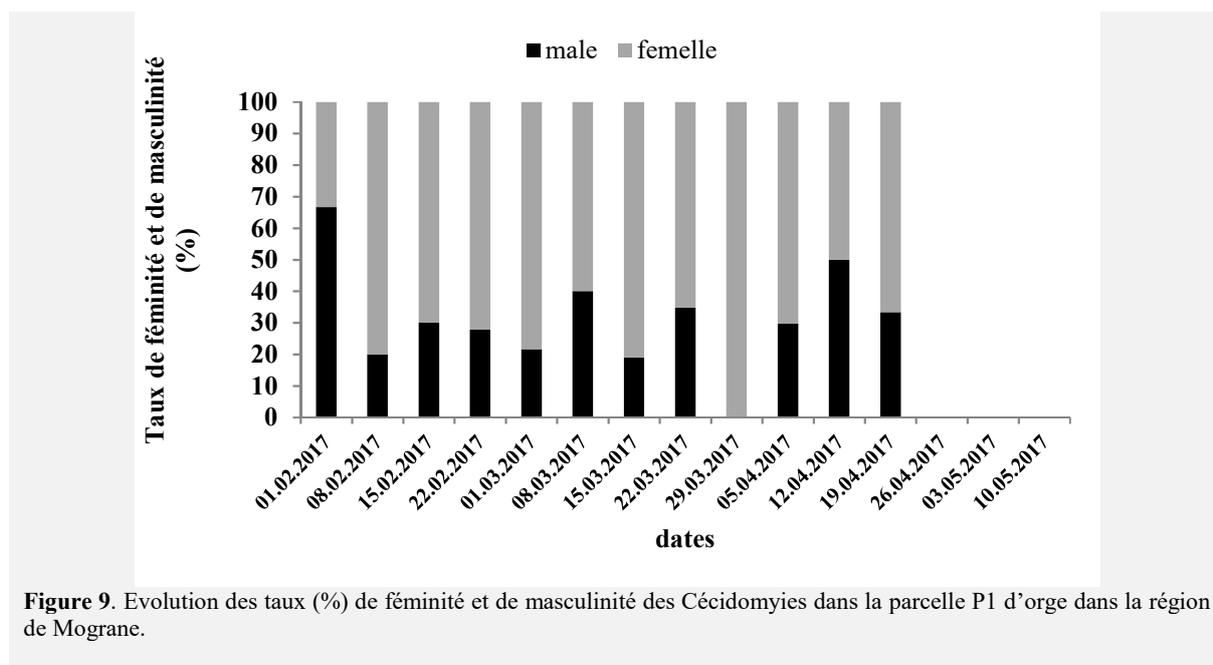


Figure 9. Evolution des taux (%) de féminité et de masculinité des Cécidomyies dans la parcelle P1 d’orge dans la région de Mograne.

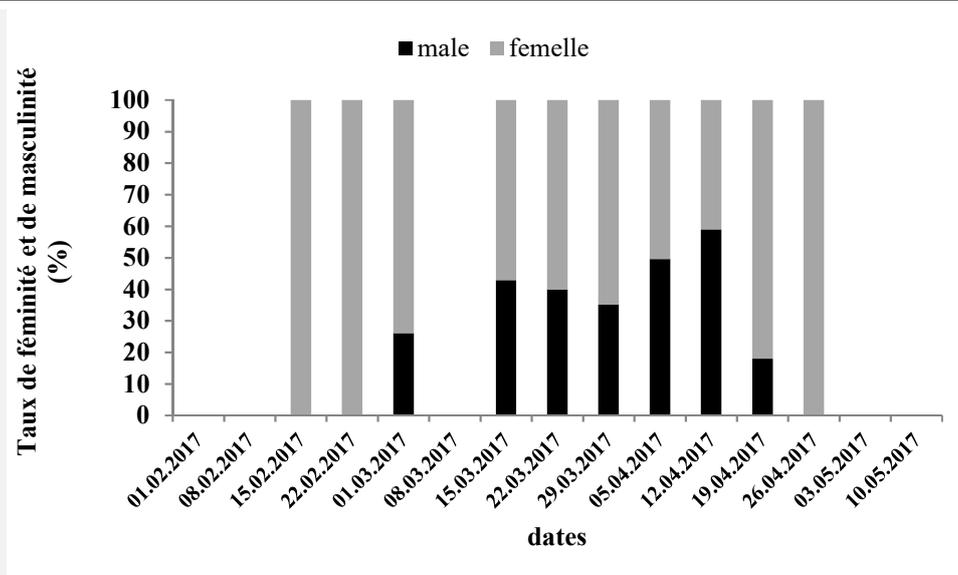


Figure 10. Evolution des taux (%) de féminité et de masculinité des Cécidomyies dans la parcelle P2 d'orge dans la région de Mognane.

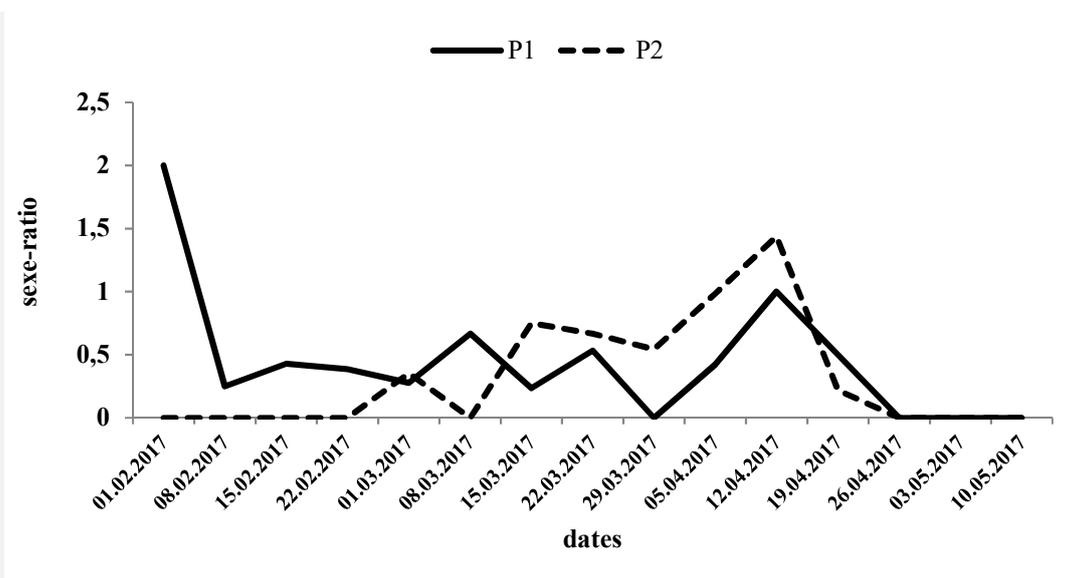


Figure 11. Evolution de sexe-ratio des Cécidomyies dans les deux parcelles d'orge dans la région de Mognane.

3.4. Evaluation des dégâts

Les cécidomyies des céréales engendrent des dégâts considérables sur les cultures (Byers et Gallon, 1972 ; Lhaloui et al., 1988). L'estimation des taux d'infestation au niveau des deux parcelles a montré que les dégâts sont hautement importants et ils ont atteint même un taux d'infestation de l'ordre de 100% surtout dans la période entre le 08 Mars jusqu'au 12 Avril 2017 (Figure 12) où chaque plante présentait soit quelques talles attaquées ou dans certains cas la totalité des talles était touchée.

Or, des travaux similaires qui ont été effectués dans la région de Zaghouan ont trouvé que les taux d'infestation n'ont pas dépassé 19.57% (Cherif et Ben Jemaa, 2014), ceci montre que les dégâts des Cécidomyies dans la région de Zaghouane deviennent de plus en plus importants.

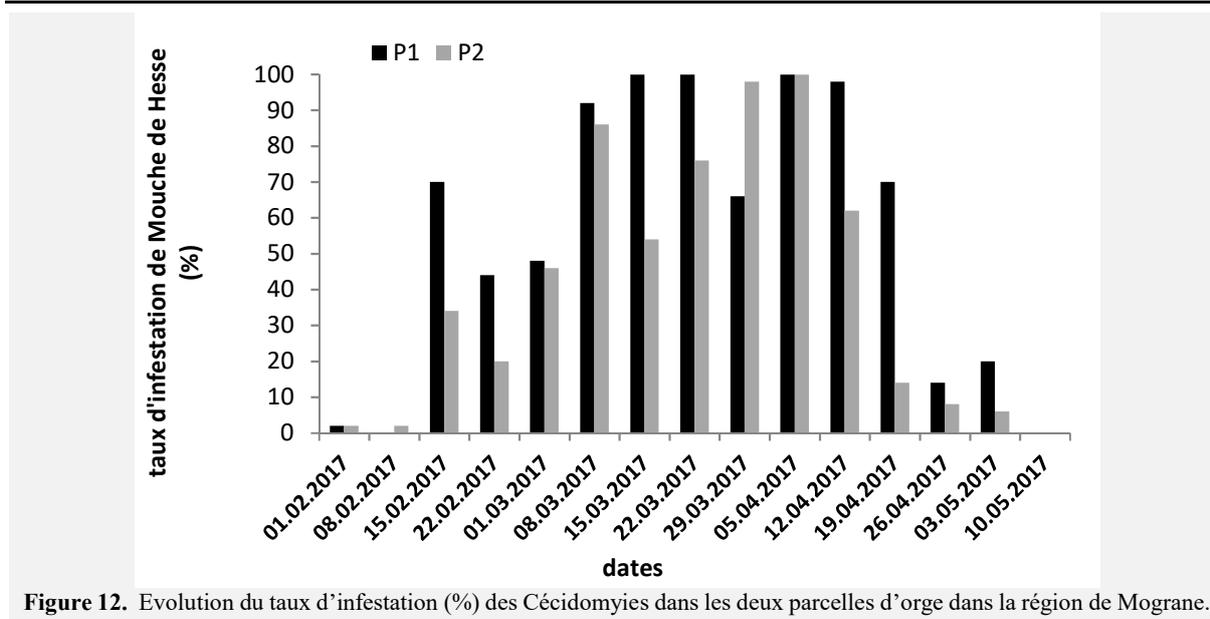


Figure 12. Evolution du taux d'infestation (%) des Cécidomyiées dans les deux parcelles d'orge dans la région de Mograne.

4. Conclusion

Parmi les ravageurs redoutables des cultures de céréales en Tunisie on cite les cécidomyiées. Pendant cette étude deux espèces ont été rencontrées *Mayetiola destructor* et *M. hordei* avec une importante présence en faveur de la première espèce. Ces cécidomyiées ont marqué leur présence par trois vagues d'émergence de nouvelles générations avec la manifestation de différents stades de développement. Il reste à signaler que les adultes sont les plus abondants avec une dominance des femelles de point de vue effectif d'où elles sont considérées les principaux responsables des attaques qui étaient estimées jusqu'à 100%. Toutefois, ces ravageurs sont touchés par le phénomène de parasitisme qui a pu atteindre un taux de 100% de pupes parasitées d'où la nécessité de connaître la faune auxiliaire afin de mieux contrôler ce ravageur des céréales.

5. Références

- Belharrath B, Ben Othman M.N, Garbous B, Hammas Z, Joseph E, Mahjoub M, Sghari R, Siala M, Touayi M, Zaidi H (1994)** La défense des cultures en Afrique du Nord, en considérant le cas de la Tunisie.- Rossdorf, Germany.
- Ben Salah HB, El Haj M, Skima F (1993)** Distribution des infestations de la mouche de Hesse *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera : Cecidomyiidae) sur orge et blé au Nord de la Tunisie. Ann. l'INRAT 66: 75-87
- Beyers RA, Gallon RI (1972)** Ability of Hessian fly to stunt winter wheat. J. Econ. Entomol. 65: 955-858.
- Buntin GD, Raymer PL (1989)** Hessian fly Diptera Cecidomyiidae damage and forae production of winter wheat. J. Econ. Entomol. 82: 301-306.
- Cherif A, Ben Jemâa JM (2014)** La cécidomyie du blé *Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae): distribution des infestations et importance des dégâts. Journée Nationale sur la valorisation des Résultats de la Recherche dans le Domaine des Grandes Cultures 85-88.
- Coutin R, Durand Y, Moreau JP (1974)** Cécidomyie du blé et de l'orge au Maroc. Comptes Rendus des Quatrièmes Journées de Phytologie et de Phytopharmacie Circum-méditerranéennes 1974: 287-290.
- Durand Y (1967)** Observations sur le cycle évolutif des *Mayetiola* vivant sur orge et blé au Maroc. Al Awamia 24: 1-15.
- Gagné RJ, Hatchett JH, Lhaloui S, El Bouhssini M (1991)** The Hessian fly and the barley Stem Gall midge, two different species of *Mayetiola* (Diptera: Cecidomyiidae) in Morocco. Ann. Entomol. Soc. Am. 84(4): 436-443.
- Hatchett JH (1986)** Biology and genetics of the Hessian fly and resistance in wheats in the United States. Proceedings of the international Wheat Conference, Rabat, Morocco.
- Jourdan ML (1938)** Les insectes parasites de la cécidomyie destructive au Maroc. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles au Maroc 18: 53.

- Jarraya A (2003)** Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Ed Climat Pub. Tunis.
- Lhaloui S (1986)** Effects of plant resistance, insecticide treatment, and planting dates on Hessian fly infestations in wheat in Morocco .M. S. Thesis, University of Nebraska, Lincoln, NE.
- Lhaloui S, El Bouhssini M, Amri A, Starks K, Hatchett J, Keith D (1988)** Principaux résultants du projet cécidomyie, 1984-88, Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Arido culture, Maroc. 1988 : 1-5
- Lhaloui S, El Bouhssini M, Keith DL (1989)** Cécidomyies: Quelle date de semis choisir pour éviter une infestation économique. Internal Research Report. Centre Aridoculture, Morocco.
- Lhaloui S, Buschman L, El Bouhssini M, Starks K, Keith D, El Houssaini K (1992)** Control of *Mayetiola* species (Diptera: Cecidomyiidae) with Carbofuran in Bread Wheat, Durum Wheat and Barley with yield loss assessment and its economic analysis. *Al Awamia* 77: 55-73.
- Lhaloui S (1995)** Biology, host preference, host Suitability, and plant resistance studies of the Barley Stem Gall Midge and the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in Morocco. PhD Dissertation. Kansas State University, Manhattan KS, USA.
- Makni H (1993)** Analyse des interactions génétiques entre les céréales (blé et orge) et leurs insectes ravageurs *Mayetiola* sp (Diptères : Cecidomyiidae). Ph. D. Thesis. Univ. de Tunis II. Faculté des Sciences de Tunis.
- Makni H, Sellami M, Marrakchi M, Pasteur N (2000)** Structure génétique des cécidomyies des céréales en Tunisie. *Genet. Sel. Evol.* 32: 577–88
- Metcalf CM, Flint WP, Metcalf RL (1962)** Destructive and useful insects: their habits and control. McGraw-Hill Company Inc., N. Y. 4th Edition.
- Ratcliffe RH, Hatchett JH (1997)** Biology and genetics of the Hessian fly and resistance in wheat. New developments in Entomology. *In*: K. Bondari (ed.). Research Singpost, Scientific Information Guild. pp. 47–56. Triv andram, India